

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE ECONOMIA**

**Disertación previa a la obtención del título de  
Economista**

***Fijación del precio del seguro obligatorio de accidentes de  
tránsito (SOAT) en Ecuador, período 2008 – 2012.***

**Elizabeth Alexandra Cadena Zapata**  
**a\_cadenaz@hotmail.com**

**Director: Eco. Carlos Andrade Herrera**  
**cjandrade@bce.fin.ec**

**Quito, septiembre de 2013**

## ***Resumen***

En el Ecuador en el 2008 se implementó el seguro de accidentes de tránsito con la finalidad de garantizar la cobertura a las víctimas de estos accidentes; luego de su primer año de funcionamiento por variaciones en los márgenes de utilidad percibidos por las aseguradoras, la tarifa disminuyó para los siguientes años. Además se expidió un nuevo reglamento para la aplicación de la Ley de tránsito en la cual se incrementaron las coberturas. Bajo ese contexto no se ha planteado un estudio que contemple la siniestralidad como criterio fundamental en el cálculo de las tarifas, manteniéndose la metodología de cálculo inicial y sin una diferenciación en las tarifas desde la reducción de éstas en el año 2009.

Por ello esta disertación propone cálculo de las tarifas basándose en la siniestralidad por cada tipo de vehículos matriculados.

***Palabras clave:*** seguro, riesgo, cobertura, prima, siniestralidad.

*Dedico esta disertación a Dios por darme la fortaleza y sabiduría día a día, a mis padres Jacinto y Zeneida por guiar mi camino con su amor y sus consejos, a mi hermano Ricardo por ser la luz en mi vida, a mis amigos por ser mis ángeles en mi camino, y a mis profesores por ser mis guías académicos.*

*Un agradecimiento muy especial a mi director Eco. Carlos Andrade por los conocimientos impartidos a lo largo de mi carrera especialmente en la realización de la presente disertación y a mi gran amigo el matemático Marcelo Espinosa por su ayuda en la técnica matemática y estadística aplicada en esta disertación.*

# ***Fijación del precio del seguro obligatorio de accidentes de tránsito (SOAT) en Ecuador, período 2008 – 2012.***

<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
Problema.....	11
Metodología del Trabajo.....	13
<b>Fundamentación Teórica .....</b>	<b>14</b>
El riesgo y la existencia de los seguros .....	14
Interacción del riesgo con el modelo colectivo de riesgos .....	17
La compensación del riesgo mediante el seguro.....	23
Cálculo de la siniestralidad con las distribuciones de probabilidad .....	25
<b>Evolución y efectos económicos del seguro obligatorio de accidentes de tránsito .....</b>	<b>30</b>
Antecedentes.....	30
Condiciones Generales del SOAT .....	34
Las tarifas .....	39
Coberturas .....	41
Metodología para el cálculo de la tarifa del SOAT.....	42
<b>Análisis de la tarifa vigente, del seguro obligatorio de accidentes de tránsito.....</b>	<b>45</b>
Modelización por cobertura .....	46
Modelo de costos agregados .....	52
Proyección de primas y costos.....	53
Resultados.....	53
<b>Análisis de las tarifas proyectadas, del seguro obligatorio de accidentes de tránsito .....</b>	<b>56</b>
Condiciones generales .....	57
Base de Datos.....	57
Modelización por cobertura .....	59
Parámetros obtenidos .....	60
Resultados.....	65

<b>Conclusiones .....</b>	<b>72</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>75</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>76</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>79</b>

## ***Introducción***

Según la Organización Mundial de la Salud (2010), cerca de la mitad de las víctimas mortales en las carreteras de distintas partes del mundo, son usuarios vulnerables de la vía pública (peatones, ciclistas y motociclistas). Únicamente el 15% de los países cuenta con un conjunto completo de leyes que abarcan los cinco factores de riesgo principales (velocidad, ebriedad, cinturón de seguridad, casco y sistema de retención para niños). Así mismo según la misma fuente, las pérdidas mundiales por accidentes de tránsito se estiman en \$518.000 millones de dólares y cuestan a los gobiernos entre el 1% y 3% del PIB.

En el Ecuador estos accidentes ocurren principalmente por la impericia e imprudencia de los conductores y por embriaguez principalmente. Según datos presentados por Ecuador Vial (2012) de 23.842 accidentes de tránsito reportados, 11.397 pertenecen a la impericia e imprudencia del conductor es decir el 47,7%; mientras que por estado etílico (embriaguez) son 3642 es decir el 15,3%. Siendo esta la segunda causa probable de los accidentes de tránsito.

Por ello, luego de realizar intentos anteriores por crear un seguro que cubra a las víctimas de accidentes de tránsito, en el año 2008 se implementó el seguro obligatorio de accidentes de tránsito, como una política pública en el tema de salud.

El objetivo principal del SOAT es el de garantizar la cobertura a las víctimas de los accidentes de tránsito que ocurran dentro del territorio nacional. El SOAT no puede oponer ninguna exclusión a las víctimas, ni aún en circunstancias graves como: conductor en estado etílico, vehículo en mal estado, culpa de la propia víctima en la ocurrencia del siniestro, etc.

Por lo que no importan las circunstancias en cómo se originó el accidente ni quien es el culpable del mismo, las víctimas tienen el derecho de estar protegidas por el SOAT y los centros de salud a atenderlas, con la garantía que siempre habrá alguna institución, sea una aseguradora o el FONSAT, que se hará cargo de los gastos, según los límites establecidos.

Después de ser implementado en el país, la metodología de cálculo utilizada para las tarifas mantiene una técnica matemática fundamentada en una nota técnica en la que se encuentra la tarificación y cuantificación del riesgo asegurado.

Luego del primer año de implementación, los estados financieros de las empresas de seguros reflejaron un aumento en las utilidades percibidas por las empresas de seguros en el ramo de SOAT (estados financieros 2008), por lo que el gobierno decidió cambiar la tarifa, y en año 2012 incrementó las coberturas.

Pero como se presentará a lo largo de esta disertación la siniestralidad producida por los vehículos no ha disminuido según datos presentados más adelante, por ello conviene analizar el criterio utilizado en el cálculo de la tarifa planteado por la Superintendencia de Bancos y Seguros, así como los parámetros utilizados en dicha metodología.

Para llegar a esta propuesta en el segundo capítulo se establecen la teoría de riesgo, cómo el riesgo es la base fundamental para que los agentes económicos tengan la necesidad de contratar un seguro que minimice ésta incertidumbre. En el contexto matemático para minimizar este riesgo se utiliza la teoría de la ley de los grandes números expuesta por (BERNULLI, 1714).

Luego se desarrolla el modelo colectivo de riesgos en el cual se considera un conjunto determinado de contratos con vigencia en un periodo de tiempo.

Este modelo establece dos variables: en primer lugar se encuentra la variable frecuencia que es el número de reclamos siendo una variable discreta, la segunda variable es la severidad que representa los montos reclamados para un determinado periodo y es una variable continua.

La siguiente teoría es la distribución de probabilidades, partiendo de la ocurrencia del siniestro y relacionándolo directamente a la probabilidad de ocurrencia. Se estudian las diferentes distribuciones de probabilidades para determinar cuál es la distribución que más se acerque a la realidad con los datos, y así tener una muestra más cercana a la población de estudio que es todos los reclamos presentados por las aseguradoras que mantienen la cobertura del SOAT.

También se toma en cuenta la media y la desviación estándar necesarias al momento de analizar los parámetros de cada distribución planteada, así como el método de máxima verosimilitud para obtener la esperanza matemática de los datos.

Además, este modelo establece que las distribuciones que más se acercan a los datos para cada variable según el planteamiento de (BOWERS et al, 1997) son la distribución binomial negativa para la variable frecuencias y la distribución logarítmica normal para la variable severidad. Bajo estos parámetros la disertación establece el cálculo de primas utilizado este modelo con sus respectivas calibraciones.

En el tercer capítulo se describe la evolución en la economía del SOAT, antes de su implementación y luego de su implementación, luego se analiza la conformación de las condiciones generales y como éstas definen al seguro de accidentes de tránsito SOAT.

También se determina el objetivo de creación de este seguro en el Ecuador y como éste forma parte fundamental de la economía visto como un seguro social porque existe la compensación efectiva de las víctimas. Se analiza las diferentes coberturas que mantienen este seguro, sus actores y beneficiarios. Se observa las compañías que componen el CORPOSOAT y su porcentaje de participación en este seguro.

Luego se describe cómo se determinaron las tarifas del seguro para los diferentes tipos de vehículos que conforman el parque automotor según la clasificación por tipo de vehículo que se encuentra en el reglamento para la aplicación de la Ley Orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial.

En este contexto se estable los montos de las coberturas del SOAT, y como estos montos se aplican en el momento del siniestro tomando como base una póliza de seguro de una de las compañías que mantiene esta cobertura.



Con ello se conoce el criterio de cálculo de las tarifas aplicadas en la implementación del seguro, y se establece como los agentes económicos actúan frente a la ejecución del seguro.

La base de datos utilizada es la recopilación por parte de la Superintendencia de Bancos y Seguros, se conoce cuál es la cobertura que más reclamos presentan, y como ésta fluctúa en el tiempo.

Luego de recopilar la base se la depurar y se procede a analizar la tarifa actual, proporcionado por la Superintendencia de Bancos y Seguros, cobertura por cobertura para las dos variables de estudio. Se estudia sus parámetros arrojados por cada distribución aplicada y se proyecta la prima y los costos de las tarifas actuales, conociendo que se tiene cada tipo de prima y el efecto causado por la variación de las mismas en el tiempo.

En el quinto capítulo se procede a fijar la tarifa del seguro propuesta, basándose en el número de reclamos presentados por las aseguradoras, es decir por medio de la siniestralidad, en primera instancia se plantea las condiciones generales de la póliza tomando en cuenta que el Gobierno incrementó las tarifas para el año 2012, expidiendo un nuevo reglamento.

Luego se parte de la base de datos proporcionando por las compañías de seguros, de la cual se extrae una muestra conformada por las tres compañías que más porcentaje de participación contemplan en el ramo SOAT, siendo estas QBE Seguros Colonial Compañía de Seguros y Reaseguros, Latina de Seguros y Reaseguros y Panamericana del Ecuador S.A. que cambio su denominación al Liberty Seguros S.A.

Con estos antecedentes se inicia la formulación de la nueva base, considerando la consolidación de ésta por tipo de vehículo y clasificando manteniendo el criterio de motos, camiones, vehículos y transporte público.

Para extraer los datos que funcionaron para el cálculo de las variables frecuencia y severidad se utilizó las estructuras de los libros de producción y del libro de siniestros mismos que son reportados por las compañías a la Superintendencia de Bancos y Seguros; tomando en cuenta que la fecha de inicio para este cálculo fue el 01/01/09 y la fecha final fue 31/08/12.

Bajo este contexto se procedió a realizar la simulación en el programa R Project que es un esquema de programación cuyo lenguaje está orientado a objetos manteniendo la esencia matemática y estadística en sus comandos.

Luego de estos procedimientos, se procede a calcular los parámetros tanto para las frecuencias como para las severidades para los cuatro tipos de vehículos que según el criterio del autor de esta disertación son: motos, camiones, vehículos, y transporte público.

Posteriormente se procede a efectuar 1500 simulaciones porque mientras más sea el número de simulaciones más los resultados se acercan a la realidad, manteniendo el criterio de la ley de los grandes números BERNULLI (1714); adicionalmente se utilizó el IPC-Salud para conocer la inflación promedio la cual sirvió para obtener la prima comercial después de inflación.

Finalmente se obtienen los resultados de las primas para cada tipo de vehículo según el criterio de clasificación utilizado en esta disertación, con esto se llega a la conclusión de que las tarifas propuestas tendrán sus aumentos o disminuciones según el número reclamos presentados a las compañías, esto es los siniestros reportados por parte de los asegurados.

En la última parte de la disertación se plantea las conclusiones y recomendaciones del estudio, y como esta propuesta puede influenciar a los agentes económicos a utilizar más responsablemente las vías públicas.

## ***Problema***

En el Ecuador los accidentes de tránsito constituyen un grave problema social dado que el los vehículos matriculados para el año 2012 cerró con aproximadamente 1,9 millones de vehículos, de ellos el 72% pertenecen a Quito, y el 23% pertenece a Guayaquil; mientras que Cuenca y Ambato tienen el 5,6% y 3,7% respectivamente según la Comisión de Tránsito del Ecuador (2012); con ello el promedio anual de muertos por accidentes de tránsito es de 2149,25, siendo las provincias con más siniestralidad por accidentes de tránsito Guayas 24%, mientras que Pichincha con un 13%, los Ríos con 9%, Manabí con 6% y Cotopaxi con un 5%. Las cinco provincias representan más del 50% de las muertes por accidentes de tránsito del país.

En el 2008 se implementó el seguro obligatorio de accidentes de tránsito cuyo objetivo es el proteger a las víctimas acaecidas en los accidentes de tránsito, y cubrir los daños producidos con éstos, así mismo se calculó las tarifas respectivas para cada tipo de vehículo manteniendo el criterio de cobertura, reflejado en la nota técnica de SOAT y en la metodología de cálculo de las tarifas.

En primera instancia la solución adoptada por el gobierno fue implementar el seguro obligatorio de accidentes de tránsito con el objetivo de disminuir las pérdidas económicas que estos accidentes causan, pero tras pasar 5 años de funcionamiento del seguro, según la Comisión de Tránsito del Ecuador, existen 23842 accidentes de tránsito en promedio anual, y de estos el 30% de accidentes son causados por las motos (Estadísticas obtenidas de las empresas de seguros).

Esto refleja que, la política adoptada por el gobierno para proteger a las víctimas de los accidentes de tránsito, fue eficaz en los primeros años del seguro pero actualmente necesita ser reestructurada basándose principalmente en la siniestralidad producida por cada tipo de vehículos.

Cabe recalcar que el estudio realizado para la implementación del SOAT contempló el cálculo de las tarifas que iban acorde a las necesidades de los asegurados en ese momento como lo es principalmente la cobertura de éstos ante un accidente de tránsito. Pero al pasar estos años estas tarifas no han sido cambiadas a pesar del aumento de vehículos en el país.

El modelo utilizado fue un modelo planteado para el cálculo de las tarifas de los seguros obligatorios implementados en otros países, pero éste es muy general y actualmente no refleja que los resultados obtenidos que son tarifas estén acorde al número de siniestros causados por cada tipo de vehículo; esto implica que los accidentes van en aumento mientras que las tarifas siguen manteniéndose desde el 2009, sin tener ningún aumento o disminución ellas.

Por lo que es necesario replantear el cálculo de las tarifas para los siguientes años el cual justifique la implementación del seguro obligatorio de accidentes de tránsito en el país en la actualidad, además debe existir un estudio constante a las tarifas para que puedan ser utilizadas con criterios como el de siniestralidad, cobertura y responsabilidad.

## **Preguntas de Investigación**

¿Cuál es el modelo teórico utilizado para calcular las tarifas del seguro obligatorio de accidentes de tránsito?

¿Cuáles son las tarifas del seguro de accidentes de tránsito determinadas en el periodo 2008-2012?

¿Cuáles son las tarifas del seguro obligatorio de accidentes de tránsito para los siguientes años?

## **Objetivo General**

Analizar la evolución de la tarifa del seguro obligatorio de accidentes de tránsito en el periodo 2008-2012.

## **Objetivos Específicos**

- Analizar el modelo teórico del cálculo de la tarifa del seguro obligatorio de accidentes de tránsito.
- Analizar las tarifas del seguro obligatorio de accidentes de tránsito determinadas en el periodo 2008-2012.
- Analizar las tarifas del seguro obligatorio de accidentes de tránsito planteadas para los siguientes años.

## **Fuentes de información**

La presente disertación se basó principalmente en la información de las estructuras enviadas por parte de las compañías de seguros a la Intendencia Nacional de Seguros anualmente.

Según la Intendencia Nacional del Sistema de Seguro Privado de la Superintendencia de Bancos, en sus estructuras DIRECCION DE ESTUDIOS(2011) se utilizará las siguientes:

- Certificados SOAT(S13)
- FONSAT (S14)
- Siniestros-SOAT-FONSAT (S15)

Además las estadísticas emitidas por la Organización Mundial de la Salud (OMC), Instituto Ecuatoriano Estadísticas y Censos (INEC), Banco Central del Ecuador (BCE), Comisión de Tránsito, Fondo de Seguro de Accidentes de Tránsito (FONSAT).

## ***Metodología del Trabajo***

En esta disertación inicialmente se inició con los antecedentes sobre la siniestralidad y como los individuos minimizan el riesgo del siniestro, contratando un seguro.

En segunda instancia se hizo un análisis descriptivo a la teoría que contienen las bases del seguro expuesto en este documento, es decir se utilizó el método investigativo- inductivo utilizando la técnica de investigación científica para obtener las diferentes teorías expuestas.

En tercera instancia se realizó una descripción de la evolución del seguro en el país, analizando sus condiciones generales, beneficiarios, actores, y en si todo lo que contempla la implementación del seguro en el año 2008.

Esto se realizó utilizando el método descriptivo-sintético ya que se delineó detalladamente el seguro de accidentes de tránsito (SOAT), tomando como referencia la póliza de VAZ Seguros, (VAZ, 2008) incluyendo sus coberturas, tarifas, metodología de cálculo y nota técnica<sup>1</sup>, basados en las estructuras<sup>2</sup> que las empresas de seguros envían a la Superintendencia de Bancos y Seguros.

En cuarta instancia analizó la tarifa actual del seguro, su metodología de cálculo y nota técnica, basados en las estructuras que las empresas de seguros envían a la Superintendencia de Bancos y Seguros, utilizando el método analítico-descriptivo por que se analizó las tarifas mediante la descripción realizada por la Superintendencia de Bancos y Seguros.

En la quinta parte, se procede a calcular la tarifa propuesta mediante la simulación utilizando la metodología analítica-matemática, ya que se utilizó el programa R para la simulación el cual entre otros es un programa matemático estadístico, y se hizo un análisis a los resultados obtenidos determinando la nueva tarifa para el siguiente año.

Finalmente se formuló las conclusiones planteadas como una alternativa para disminuir la siniestralidad causada por los vehículos, con sus respectivas recomendaciones basadas en los análisis mencionados anteriormente.

---

<sup>1</sup> Nota Técnica: Documento de suscripción en el cual se encuentra la metodología de cálculo de la tarifas de primas para un seguro.

<sup>2</sup> Estructuras de información: Son manuales de información, remitidas a la Superintendencia de Bancos y Seguros a través de medios electrónicos anualmente.

## ***Fundamentación Teórica***

Los seguros a nivel mundial tienen una historia que data desde antes de Cristo como lo asevera OSSA, (1988), y los mismos han sido una parte importante en la economías del mundo especialmente en las economías desarrolladas.

Dentro del seguro se encuentra el riesgo mismo que es la base para que los individuos quieran contratar su seguro, tomando en cuenta el riesgo que debe ser prevenido o asumido, así como también se encuentra las probabilidades de la ocurrencia del siniestro las cuales se utilizan para predecir siniestros futuros y minimizar el riesgo.

El riesgo es una parte fundamental de los seguros, ya que sin esa incertidumbre los agentes económicos no tuvieran la necesidad de contratar un seguro.

La estadística descriptiva funciona como un instrumento para el modelo colectivo de riesgos, ésta ayuda a que los datos teóricos sean muy similares a los reales en las estimaciones planteadas en los siguientes capítulos.

### **El riesgo y la existencia de los seguros**

En primera instancia para conocer el seguro obligatorio de accidentes de tránsito, es necesario saber que es el riesgo. El riesgo es parte fundamental del seguros y está inmerso cualquier actividad en nuestro entorno, como en cualquier actividad económica, ya que existe un nivel de incertidumbre que puede ser causado por fenómenos naturales o catástrofes así como también el comportamiento de los agentes económicos que es variable dependiendo de la situación. Según GREEN (1974) el riesgo se encuentra determinado por una decisión previa, ya que el individuo decide tener esa incertidumbre y esta para el individuo tiene que ser disminuida.

Con estas premisas, el riesgo se define como la incertidumbre que existe de que un suceso pueda ocurrir<sup>3</sup>, es decir, es un evento aleatorio que al efectivizarse o realizarse puede concluir en un siniestro, siendo el siniestro económico el que los individuos más quieren evitar. Un riesgo puede asegurarse con técnicas estadísticas y que éste sea susceptible o al existir varios riesgos medibles que se puedan compensar unos con otros. Los agentes económicos algunas veces son indiferentes al riesgo, pero otros forman un fondo económico que puede ser un ahorro, mediante la entrega de rentas para formar capitales futuros para prevenir eventos que puedan ocurrir en el futuro o ligando su patrimonio para que este soporte las consecuencias del riesgo.

Los individuos miran de distinta forma al riesgo en algunos casos lo miran indiferente al asumirlo lo hacen bajo sus propios medios y las posibilidades dependiendo de las circunstancias de ese momento y del patrimonio y capital de ese momento; otras veces lo analizan a manera de prevención, en este caso adoptan una serie de medidas las cuales son dirigidas a evitar cualquier tipo

de siniestro o en una mayor percepción para formar un fondo económico el cual servirá para enfrentar cualquier tipo de siniestro.

Este fondo puede ser una especie de ahorro ya que el individuo entrega parte de su renta para soportar circunstancias futuras.

Por ello es necesario clasificarlo en dos clases de riesgo, ya que los individuos perciben estas dos clases en cualquier momento de su vida:

**Riesgo objetivo:** Es la variación relativa que existe entre la pérdida real y la pérdida probable, en consecuencia la pérdida real es la que se la puede ver mediante pérdidas económicas o monetarias y la pérdida probable es la estimación que se da a las pérdidas reales en el tiempo. Para poder conocer esta variación se realiza un promedio entre estas dos analizándolo significativamente en un número grande de individuos o casos y así poder tener un valor representativo analizado estadísticamente, (GREEN, 1974).

El asegurado siempre tiene la posibilidad de escoger la prima que quiere pagar según el grado de riesgo que desea soportar, así al tener un nivel de confianza del 95% en adelante puede cotizar una prima, si al contrario tiene un nivel de confianza del 90% hasta 80% debe cotizar una prima más alta ya que su nivel de confianza es menor al estimado por lo que el riesgo objetivo es mayor (GREEN, 1974); mientras que para el asegurador o compañía de seguros la pérdida probable es la medida de riesgo objetivo<sup>4</sup>.

**Riesgo subjetivo:** Es una incertidumbre psicológica que se deriva del estado de ánimo, actitud del individuo. En este caso pueden existir individuos que tengan más riesgo subjetivo que objetivo porque exageran la probabilidad de perder o tienen una preocupación indebida.

El riesgo objetivo se lo puede entender de mejor manera conociendo la “Ley de los grandes números”, esta es una ley básica en matemáticas y la misma dice que mientras el número de unidades aumenta, más seguro es que la experiencia de pérdida efectiva sea igual a la experiencia de pérdida probable según (BERNULLI, 1713) es por esta razón que el riesgo disminuye cuando aumenta el número de unidades.

En consecuencia el individuo rara vez puede tener a su alcance un número de unidades que reduzcan su riesgo por medio de la mencionada Ley, pero puede agruparse con otros individuos y obtener una ventaja para disminuir su riesgo, y es aquí en donde funciona el seguro que sirve como una herramienta por la cual dicha agrupación pueda ser práctica.

Además el valor práctico de esta Ley para la empresa de seguros o el asegurador es que en la mayoría de casos puede disminuir el riesgo hasta el punto de fuga<sup>5</sup> cuando consigue un número siempre más grande de unidades en el grupo asegurado.

---

<sup>4</sup>El riesgo probable es la variación de pérdidas reales promedio.

<sup>5</sup> Punto de fuga: El punto en el que se pueda confluir el riesgo con el grupo asegurado.

Cuando los individuos asumen un riesgo llevan consigo la posibilidad de pérdida tanto como de ganancia, es por esta razón que el riesgo crea un ambiente económico de varias maneras; una de ellas es estableciendo un fondo de reserva el cual en un futuro servirá para pagar las pérdidas cuando estas ocurran, (GREEN, 1984). Otra manera es que incentiva el ahorro porque aumenta el costo de la sociedad de ciertos servicios, o en efecto puede privar por completo a estos servicios solo con el hecho de que los individuos conozcan su existencia.

Uno de los ejemplos más claros sobre el riesgo es cuando una empresa comercial se arriesga en un alto grado para obtener mayores retornos de dinero o beneficios para los inversionistas de dicha empresa creando mayores costos de servicio en particular para la sociedad; y si el riesgo es alto el servicio tiende a desaparecer.

Por ello un **gravamen adicional de riesgo** es la intranquilidad mental que va contigua al riesgo, porque uno de los anhelos más grandes de los individuos es lograr seguridad total (GREEN, 1984), cuando los seres humanos pasan la vida luchando por conseguir esta seguridad son considerados como una sociedad primitiva en la que no existe desarrollo de la creatividad.

El ser humano quiere conseguir una sociedad civilizada en la cual se cree atmósferas seguras basadas en el desarrollo y la creatividad.

Para que exista un seguro es necesario tener un riesgo y la certeza de obtener ganancias está en el saber cómo combinar y transferir el riesgo; como lo establece (GREEN, 1984), las empresas de seguros utilizan la combinación de riesgos entre un gran número de individuos (asegurados) con el fin de fusionar los riesgos individuales de estos y así reducir o eliminar el riesgo.

Un aspecto fundamental es que el riesgo desaparece cuando es considerado como la incertidumbre de pérdida respecto a un ente individual. Cuando todos estos objetos fusionan el riesgo se elimina teniendo en cuenta algunos supuestos que se expondrán más adelante en el estudio de las probabilidades.

La combinación de objetos se denomina auto-seguro, y es usada para tratar diferentes tipos de riesgos que son no asegurables.

Un ejemplo claro de una combinación es cuando dos empresas se fusionan para diversificar sus productos, si al vender uno de estos y obtienen los resultados esperados, pueden compensarlos con otros y así evitarían una pérdida, es una forma de disminuir el riesgo de pérdida en este caso. Por otro lado, la cesión o transferencia del riesgo es cuando una persona paga a otra por tomar un riesgo del que el cesionario desea liberarse.

El individuo que toma el riesgo, lo acepta pero cobra un precio por tomar este riesgo, además el tomador de riesgo puede estar más informado sobre las pérdidas probables de este riesgo y así estar en una mejor posición financiera para asumir las pérdidas de este riesgo, pero el riesgo no ha desaparecido sino que todavía existe. Las empresas de seguros utilizan más la cesión de riesgo que la combinación porque al tomar grandes riesgos ellos permiten que actúe la Ley de los grandes números y así pueden ceder el riesgo entre varios individuos.



## Interacción del riesgo con el modelo colectivo de riesgos

Para cuantificar los riesgos de un seguro se lo puede modelizar de varias maneras, una de ellas en el caso del seguro obligatorio de accidentes de tránsito es el modelo colectivo de riesgos, que entre otros realiza una sumatoria total de cada reclamo en un periodo de tiempo.

Como lo establece (BOWERS et al, 1997), el modelo colectivo de riesgo considera un conjunto determinado de contratos de seguro con vigencia en un periodo de tiempo. Considera la interacción entre la distribución del número de reclamos y la distribución o distribuciones de los reclamos individuales.

En donde  $S$  es la suma de:

$$S = X_1 + X_1 + \dots + X_N$$

Donde  $S$  es la variable aleatoria que denota el número de reclamaciones ocurridas en ese intervalo de tiempo, y sean las variables positivas  $X_1, \dots, X_N$  los montos de estas reclamaciones; es decir es el monto total reclamado

- $N$  es el número total de siniestros en dicho período de tiempo.
- Cada uno de los montos reclamados  $X_1, \dots, X_N$  son seleccionados al azar en ese intervalo de tiempo.

Es decir que  $X_i$  representa el monto reclamado por la  $i$ -ésima reclamación en orden cronológico y  $N$  es el número total de siniestros del periodo en consideración. Todas las variables aleatorias son mutuamente excluyentes.

$$X = \begin{cases} B & \text{probabilidad de } q \\ 0 & \text{probabilidad } (1 - q) \end{cases}$$

Donde  $B$  es la variable aleatoria del monto generado por la  $i$ -ésimo reclamo, dado que efectivamente se presenta la reclamación cuya probabilidad es  $q$ .

### Supuestos del modelo

- a) Las variables aleatorias de las severidades son consideradas independientes entre sí.
- b) Las variables aleatorias de frecuencias de siniestros también son consideradas independientes entre sí.
- c) Las variables aleatorias de severidad son independientes de las variables aleatorias de frecuencias de siniestros.
- d) Las severidades de los reclamos tienen distribuciones truncadas, cuyos límites máximos se establecieron conforme a los valores presentados en la tabla 6.

- e) La variable aleatoria agregada, la cual caracteriza el monto global de reclamos del sistema en su totalidad, resulta de la suma de las variables aleatorias correspondientes a cada una de las coberturas.

Esta variable aleatoria constituye el modelo de costos agregados definido por:

$$S^{TOT} = S^{Mue} + S^{Inc} + S^{Med} + S^{Fun} + S^{Tra}$$

Este modelo se aplica a cada una de las coberturas del SOAT (muerte, incapacidad, gastos médicos, gastos funerarios y gastos de transporte) para determinar las distribuciones de probabilidad para las dos variables en estudio.

Se ajusta a dos variables importantes que son:

El número de reclamaciones es la variable **frecuencia**, ésta es modelizada según (BOWERS et al, 1997), por una variable aleatoria N. En donde N es una variable discreta (su valor solo puede ser un número entero) y representa el número de reclamaciones en un período de tiempo. Entre las distribuciones discretas se analiza cual distribución que más se ajusta a los datos reales. Mediante este modelo se proyectará los costos y se evaluará el óptimo de las primas que el sistema requiere para garantizar su solvencia en el futuro. Con los datos disponibles de cada empresa de seguros, se ajustan las distribuciones de probabilidad de las severidades y de las frecuencias de siniestros mediante distribuciones paramétricas por el método de máxima verosimilitud.

**Tabla No. 1**  
**Principales distribuciones para el número de siniestros**

NOMBRE	$Pr = [N = n]$	Parámetros	Media	Varianza	Generadora de Momentos	Forma de identificarla
POISSON	$e^{-\lambda} \frac{\lambda^n}{n!}$	$\lambda > 0$	$\lambda$	$\lambda$	$e^{\lambda(e^t - 1)}$	$E[N]=V[N]$
BINOMIAL	$\binom{m}{n} = q^n p^{m-n}$	$q \in [0,1]$ $p = 1 - q$ $m \in N$	$mq$	$mpq$	$(p + qe^t)^m$	$E[N]>V[N]$
BINOMIAL NEGATIVA	$\binom{\alpha+n-1}{n} = p^\alpha q^n$	$\alpha > 0$ $p \in (0,1)$ $q = 1 - p$	$\frac{\alpha q}{p}$	$\frac{\alpha q}{p^2}$	$\left(\frac{p}{1 - qe^t}\right)^\alpha$	$E[N]<V[N]$

**Fuente:** PEREZ, E (1995). *Aplicaciones de la Distribución Binomial Negativa* Universidad Autónoma, Madrid-España.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No.1 se encuentra el resumen de las distribuciones que se utilizan en el modelo colectivo de riesgos, basados en el criterio que la varianza es mayor que la media, la mejor distribución que se ajusta al modelo es la distribución binomial negativa describiendo así el monto global de reclamos del sistema en un horizonte determinado lo cual nos da como resultado una variable aleatoria nueva.

Los montos reclamados son representados por la variable **severidad**, y son modelizados según BOWERS et al, (1997), por una variable aleatoria  $X_i$ . Donde  $X_i$  es una variable continua (su valor no necesariamente es entero) y representa el monto de la reclamación  $i$ . Entre las distribuciones probabilísticas se analiza cual es la cual mejor se ajusta a los datos.

**Tabla No. 2**  
**Principales distribuciones para los montos reclamados**

NOMBRE	PARAMETROS	FUNCION DE DENSIDAD	MEDIA	VARIANZA	GENERADORA DE MOMENTOS
LOGNORMAL	$\sigma^2 > 0$ $\mu \in \mathbb{R}$ <i>en escala log</i>	$\frac{1}{x\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}$	$e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$	$(e^{\sigma^2} - 1)e^{2\mu + \sigma^2}$	Esta definido solo en el eje negativo
NORMAL	$\sigma > 0$ $\mu \in \mathbb{R}$	$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$	$\mu$	$\sigma^2$	$M_x(t) = e^{t\mu + \frac{\sigma^2 t^2}{2}}$

**Fuente:** PEREZ, E (1995). *Aplicaciones de la Distribución Binomial Negativa* Universidad Autónoma, Madrid-España

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 2 se encuentran las principales distribuciones utilizadas para los montos reclamados (severidad); para establecer la distribución que más se acerque a los datos reales, se hizo una prueba con la distribución de ji cuadrado, y con ésta se determinó la distribución que más se ajusta a los datos aplicando el método de máxima verosimilitud. En éste caso luego de las pruebas el resultado fue la distribución **log-normal**.

Al estimar estos parámetros se calibra el modelo incluyendo los siguientes supuestos a más de los presentados antes:

- Los costos de los reclamos que se proyectarán se corregirán por un factor de inflación exceptuando la cobertura de muerte ya que su beneficio es fijo.
- El incremento de reclamos afecta a las aseguradoras y al FONSAT de igual manera.
- Cada año el monto de reclamos futuros que cubrirá el FONSAT decrecerá en un 2%.

Luego de analizar los supuestos del modelo colectivo de riesgo, se plantea el cálculo de las primas dependiendo de la terminología utilizada en cada país en el caso del Ecuador como lo establece (DENUIT, et al 2004), se toma en cuenta tres tipos de primas:

1. **Prima pura o prima de riesgo (PP):** Es la aportación económica que paga el asegurado a la entidad aseguradora por la contraprestación de la cobertura de riesgos que esta le ofrece, matemáticamente corresponde a la esperanza matemática de la variable aleatoria agregada que comprende el costo total de reclamos.

Es decir según (MAPFRE, 2011), esta prima es el monto mínimo con el que se cubre los reclamos en cada año proyectado.

- 2. Prima neta (PN):** Es aquella que aplica el asegurador o la entidad aseguradora a un riesgo determinado y para una cobertura concreta.

Matemáticamente es la prima pura más un factor que permite relacionar las desviaciones de los resultados reales con respecto al modelo teórico, (MAPFRE, 2011).

$$PN = PP * (1 + \rho)$$

En donde  $\rho = 5\%$

- 3. Prima comercial (PC):** Es aquella que está conformada por los siguientes rubros:

- Gastos de administración (GA)<sup>6</sup>
- Gastos de adquisición (GB)<sup>7</sup>
- Margen de Utilidad Esperado (U)
- Contribución Al seguros social campesino (SSC)<sup>8</sup>
- Otros gastos: Son los gastos que pertenecen a l componente de las reservas dependiendo de las normativas impuestas por la Superintendencia de Bancos.

Para calcular la prima comercial se utiliza la siguiente fórmula:

$$PC = \frac{PN}{1 - GA - GB - SSC - GE - U}$$

En donde PC

$$PC = \frac{PP * (1 + \rho)}{1 - GA - GB - SSC - GE - U}$$

Después del cálculo de la primas, se procede a calibrar el modelo, es decir se define las distribuciones que más se ajusten a la base de datos de estudio, que en este caso es el número de reclamos, y los montos reclamados con el fin de obtener un modelo que represente el futuro, (DENUIT, et al 2004).

Luego del análisis de las variables de frecuencia (número de reclamos) y severidad (montos reclamados) se definirá una distribución que mejor se ajuste a estas dos distribuciones, en el caso de la variable frecuencia es la distribución binomial negativa, mientras que en el caso de la variable severidad es la distribución logarítmica norma (log-normal), estas reflejan de manera óptima el comportamiento de los datos observados del evento pasado;

Este procedimiento se denomina calibración de las distribuciones.

---

<sup>6</sup> Gasto de Administración: Estos están limitados al 5% de la prima según el decreto ejecutivo, No. 1767.

<sup>7</sup> Gastos de Adquisición: Pertenecen al aquellas comisiones que se pagan a los brokers (corredores de seguros)

<sup>8</sup> Seguro Campesino: Esta contribución es de acuerdo a la Constitución de la República art. 373 y la Ley de Seguro Social art. 307.

- **Calibración de distribuciones de frecuencia (número de reclamos)**

Para calibrar los parámetros de las distribuciones de frecuencias se lo realiza en base a dos eventos, el primero es el incremento de la cultura de reclamo por parte de los asegurados, y el segundo es la evolución de la demanda.

Como antes se mencionó la distribución que más se ajusta, de acuerdo a los análisis estadísticos pertinentes mediante el método de máxima verosimilitud, es la distribución binomial negativa cuyos parámetros son  $\alpha$  y  $q$ ; se le da una notación con la letra  $k$  al incremento predestinado al número de siniestros que son el resultado de la reclamación y la demanda.

Los parámetros mencionados serán calibrados así:

$$\alpha \Rightarrow \frac{k^2 * \alpha * (1 - q)}{1 - k - q}$$

$$N \Rightarrow k * q$$

Con estos cambios se realiza la proyección del incremento de siniestros en un periodo determinado en el tiempo, pero al mismo nivel de varianza según lo planteado por (DENUIT, et al 2004).

- **Calibración de las distribuciones de severidad (montos reclamados)**

En el caso de la severidad según (DENUIT, et al 2004), son montos que representan costos pasados y deben ser adaptados de tal manera que representen costos futuros por lo que el único efecto de variabilidad de estos montos reclamados que se considera es la inflación. Como se mencionó antes la distribución que más se ajusta a la variable severidad son de tipo *log-normal*, con parámetros  $\mu$  y  $\sigma$ . En conclusión al denotar con  $f$  el índice de inflación que está expresado porcentualmente, estos quedan calibrados de la siguiente manera:

$$\mu \Rightarrow \mu + t * \ln(1 + f)$$

$$\sigma \Rightarrow \sqrt{t} * \sigma$$

En donde se la distribución ajustada para la variable de severidad por la inflación, corresponde a cada año  $t$  proyectado, con  $t = 1, 2 \dots$  etc.

En general, el modelo colectivo de riesgos estima reclamos dividido en dos variables, las frecuencias y las severidades; pero para poder llegar a estas estimaciones se utiliza la distribución de probabilidades, para obtener una nueva prima.

Finalmente, hasta aquí el modelo planteado por (BOWERS et al, 1997), presentado en esta sección fue aplicado para determinar las tarifas que se encuentran vigentes hasta estos días, del seguro obligatorio de accidentes de tránsito; para la determinación del cálculo de las tarifas futuras se toma en cuenta lo siguiente:

A la ecuación general, la misma que representa la sumatoria total de los reclamos presentados tanto de frecuencia como de severidad de las cinco coberturas (muerte, incapacidad, gastos médicos, gastos funerarios, transporte), se incluye una matriz para cada cobertura, esta matriz implica cada tipo de vehículo clasificado por clases, es decir se calcula un  $S$  para cada clase de vehículo.

Dada la ecuación general:

$$S^{TOT} = S^{Mue} + S^{Inc} + S^{Med} + S^{Fun} + S^{Tra}$$

Se procede a calcular para cada cobertura un  $S$  que contemple los cuatro tipos de vehículos clasificados según criterio de ésta disertación, esta  $S$  representan las dos variables aleatorias que son las frecuencias (número de reclamos) y las severidades (montos reclamados).

$$\begin{pmatrix} motos \\ 1 \\ 2 \\ n \\ camiones \\ 1 \\ 2 \\ n \\ vehiculos \\ 1 \\ 2 \\ n \\ trans.p\acute{u}blico \\ 1 \\ 2 \\ n \end{pmatrix}$$

En donde 1,2,3...n son el número de reclamos presentados a las empresas de seguros.

Este criterio se lo aplica a cada cobertura para luego obtener el  $S^{TOT}$  :

$$S^{TOT} = S^{Mue} \begin{pmatrix} mot \\ cam \\ veh \\ trap \end{pmatrix} + S^{Inc} \begin{pmatrix} mot \\ cam \\ veh \\ trap \end{pmatrix} + S^{Med} \begin{pmatrix} mot \\ cam \\ veh \\ trap \end{pmatrix} + S^{Fun} \begin{pmatrix} mot \\ cam \\ veh \\ trap \end{pmatrix} + S^{Tra} \begin{pmatrix} mot \\ cam \\ veh \\ trap \end{pmatrix}$$

Esta ecuación es la que va ser utilizada para representar las tarifas futuras calculadas basándose en la siniestralidad de cada tipo de vehículo.

Los cambios a la ecuación planteada en el modelo general son criterios analizados por la autora, ésta analiza la tarifa contemplando la siniestralidad especialmente por tipo de vehículo, como se puede ver en esta ecuación cada cobertura tiene los cuatro tipos de vehículo y en cada tipo se encuentra los reclamos por día presentados a la entidad de control.

Los parámetros que determinan las distribuciones de probabilidad son los mismos utilizados en el cálculo de las tarifas para el futuro, pero estos parámetros serán para cada tipo d vehículo, mientras que en el anterior eran utilizados en cada cobertura, por lo que al estimar 4 tipos de vehículos para cada cobertura se obtienen un total de 20 parámetros para las frecuencias, 16 parámetros para las severidades.

En el caso de las frecuencias se calcula los siguientes parámetros:

$$S^{TOT} = S^{Mue} \begin{pmatrix} mot \\ \alpha \\ \rho \\ cam \\ \alpha \\ \rho \\ veh \\ \alpha \\ \rho \\ trap \\ \alpha \\ \rho \end{pmatrix} + S^{Inc} \begin{pmatrix} mot \\ \alpha \\ \rho \\ cam \\ \alpha \\ \rho \\ veh \\ \alpha \\ \rho \\ trap \\ \alpha \\ \rho \end{pmatrix} + S^{Med} \begin{pmatrix} mot \\ \alpha \\ \rho \\ cam \\ \alpha \\ \rho \\ veh \\ \alpha \\ \rho \\ trap \\ \alpha \\ \rho \end{pmatrix} + S^{Fun} \begin{pmatrix} mot \\ \alpha \\ \rho \\ cam \\ \alpha \\ \rho \\ veh \\ \alpha \\ \rho \\ trap \\ \alpha \\ \rho \end{pmatrix} + S^{Tra} \begin{pmatrix} mot \\ \alpha \\ \rho \\ cam \\ \alpha \\ \rho \\ veh \\ \alpha \\ \rho \\ trap \\ \alpha \\ \rho \end{pmatrix}$$

En el caso de las severidades se calcula los siguientes parámetros:

$$S^{TOT} = S^{Mue} \begin{pmatrix} mot \\ cam \\ veh \\ trap \end{pmatrix} + S^{Inc} \begin{pmatrix} mot \\ \mu \\ \sigma \\ cam \\ \mu \\ \sigma \\ veh \\ \mu \\ \sigma \\ trap \\ \mu \\ \sigma \end{pmatrix} + S^{Med} \begin{pmatrix} mot \\ \mu \\ \sigma \\ cam \\ \mu \\ \sigma \\ veh \\ \mu \\ \sigma \\ trap \\ \mu \\ \sigma \end{pmatrix} + S^{Fun} \begin{pmatrix} mot \\ \mu \\ \sigma \\ cam \\ \mu \\ \sigma \\ veh \\ \mu \\ \sigma \\ trap \\ \mu \\ \sigma \end{pmatrix} + S^{Tra} \begin{pmatrix} mot \\ \mu \\ \sigma \\ cam \\ \mu \\ \sigma \\ veh \\ \mu \\ \sigma \\ trap \\ \mu \\ \sigma \end{pmatrix}$$

En el caso de la cobertura de muerte en la variable severidades es un monto fijo, es decir los asegurados por muerte solo reclaman USD. 5.000, no pueden reclamar más ni menos. Así que en este caso se toma en cuenta las coberturas de incapacidad, gastos funerarios, gastos médicos y gastos de transporte.

## La compensación del riesgo mediante el seguro

Los seres humanos para minimizar el riesgo, necesitan contratar los servicios de una aseguradora, por ello, la institución aseguradora es aquella que presta servicios de transformación o reducción de los riesgos de diversa naturaleza previniendo las consecuencias económicas desfavorables de hechos futuros e inciertos volviéndolos predecibles dentro de límites reducidos y anulando sus efectos o remediándolos en gran medida, esta institución parte de dos principios "Principio de compensación de riesgos", del cual se deriva el ámbito social que tienen los seguros; es decir las

primas<sup>9</sup> pagadas por una colectividad sirven para compensar los siniestros ocurridos a unos pocos convirtiendo los riesgos que son de forma individual en riesgos colectivos; y el otro principio es el de “la ley de los grandes números atribuida a (BERNULLI 1713), describe el comportamiento de la población en un experimento en el cual la sucesión de eventos de variables aleatorias se convierte en una constante, conforme aumenta su número de ensayos.

Es decir a mayores repeticiones de un experimento, un evento puede ser predecible en el tiempo, por lo que el principal concepto de los seguros se fundamenta en el riesgo.

Este riesgo es el que los agentes económicos quieren minimizar, y por ello necesitan contratar un seguro.

En general el seguro es una parte fundamental de la economía porque su origen está dado en la existencia del riesgo, conjuntamente con los siniestros y la necesidad de reparar los daños económicos producidos por estos siniestros.

La producción y el consumo se encuentran en un ambiente de riesgo, llamado incertidumbre, donde la ocurrencia de imprevistos así como hechos inciertos trae consecuencias económicas que son previstas por estos seguros. Para efectos de estudio, es necesario determinar el seguro de responsabilidad civil, este seguro se lo puede clasificar en dos grupos:

**Seguro de responsabilidad civil:** Este seguro cubre al asegurado ante una conducta culposa que genere su responsabilidad.

Una de las ventajas de usar este seguro es que reduce el riesgo ante una conducta atrevida del asegurado. Pero una de las desventajas es que se puede llegar a pedir grandes sumas de dinero las cuales muchas veces no llegan al asegurado, convirtiéndose en honorarios de abogados entre otros.

**Seguros sin designación de culpa:** cubre los automóviles de los asegurados sin importar quien haya causado el accidente, cada uno cobre su seguro.

Una de las ventajas es que cada asegurado se beneficia del seguro y además el pago a las víctimas es eficaz; pero una de las desventajas recae en el riesgo moral de los asegurados ya que existe un efecto perverso en el comportamiento de los asegurados, quienes pueden reclamar el seguro sin que el siniestro haya ocurrido, (GIEDION et al, 2004).

- **La siniestralidad y la cobertura del seguro**

La siniestralidad son los eventos producidos al efectivizarse el riesgo, es decir es cuando el riesgo ocurre, en el caso de esta disertación, ocurre el accidente de tránsito. Visto de otro modo, es la proporción del monto total de primas para el monto total de siniestros.

---

<sup>9</sup> Prima: Es el precio del seguro, es el dinero que recibe la aseguradora por la cobertura que está asumiendo.



Cuando este evento ocurre, la empresa de seguros procede a indemnizar al asegurado la pérdida en la que incurrió dependiendo del seguro que éste haya contratado.

La siniestralidad se puede determinar conociendo eventos pasados del seguro contratado, es por esto que cuando una empresa de seguros es nueva en el mercado no posee siniestralidad propia lo que se hace para determinar una estimación de esta siniestralidad, se toma la siniestralidad del mercado. (MAPFRE S. , 2011).

En el caso de estudio la siniestralidad es el número de reclamos presentados a las compañías de seguros y los montos reclamados por estos asegurados.

## **Cálculo de la siniestralidad con las distribuciones de probabilidad**

En los seguros, la distribución de probabilidad se utiliza para conocer la siniestralidad anterior de la compañía o empresa de seguro y así calcular las nuevas primas, reservas etc.

La probabilidad según (LIPSCHUTZ, 2001), es un estudio de experimentos o procesos aleatorios, es decir es el resultado del número de casos favorables sobre el número de casos posibles. Actualmente la probabilidad es una teoría puramente matemática sobre una base axiomática<sup>10</sup>.

Cualquier situación que se dé durante el experimento que es aleatorio, es un suceso que determinado por un número o aserción es la probabilidad. En los diferentes cálculos matemáticos de las probabilidades se utiliza la teoría de conjuntos. La probabilidad comenzó con el análisis de los juegos de azar especialmente las barajas, la ruleta entre otros, y se definió de la siguiente manera:

$$p = P(A) = \frac{s}{n}$$

En donde la probabilidad  $p$  de un evento  $A$  se definió como sigue: si  $A$  puede ocurrir de  $s$  formas entre un total de  $n$  igualmente posibles.

Adicionalmente a este planteamiento es necesario diferenciar los tipos de fenómenos en el ámbito de las probabilidades los cuales son al azar.

**Fenómenos deterministas:** Son aquellos que están determinados mediante la relación causa-efecto.

**Fenómenos aleatorios:** Son aquellos en los que no existe la relación causa-efecto sino que están determinados por el azar. De acuerdo a lo anterior respecto a la medida o aparición de cada resultado vendrá dado por:

$$Probabilidad = \frac{\text{casos favorables}}{\text{casos posibles}}$$

---

<sup>10</sup>AXIOMA: Campo de pensamiento extra-matemático mediante el planteamiento de problemas, conceptos, métodos y teoremas. (PARZEN, 2008)

Un concepto importante en la fijación de la tarifa de seguro se deriva de la probabilidad condicionada, que según (LIPSCHUTZ, 2001) la **probabilidad condicionada** es cuando se quiere conocer la probabilidad de un suceso pero con la condición de que se haya dado otro. Para calcular esta probabilidad utilizamos la intersección con el condicionamiento dado en el experimento.

$$P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

En el cual la probabilidad de A está condicionada por B, utilizando la teoría de conjuntos (intersección).

Análogamente según (PARZEN, 2008), se puede determinar las probabilidades con las frecuencias relativas acumuladas que se denominan **funciones de distribución**, en las cuales la variable X tome valores iguales o inferiores a un valor  $x$  específico; que matemáticamente se lo puede formular:

$$F(x_i) = P(X \leq x_i)$$

Lo que permite conocer cuál es la probabilidad de que X (variable aleatoria) tome valores inferiores o iguales a  $x_i$ . Esta fórmula es aplicable para variables discretas, que son aquellas variables que solo pueden tomar valores dentro de un determinado rango, por ejemplo 1 2 3 4 etc.; puede ser aplicado cuando queremos saber el número de siniestros ocurridos en un determinado año. Para el caso de las variables continuas que son las variables que pueden tomar todos los valores posibles dentro de un rango específico y además son valores que pueden ser infinitos, la función de distribución está determinada por una función de densidad, ésta función nos va a dar como resultado la probabilidad de que la variable tome valores comprendidos entre menos infinito y x dado por la fórmula:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t)dt$$

En donde  $f(t)$  es la función de densidad.

Es importante saber que si las pérdidas se comportan de la forma imaginaria, se distribuirán casi normalmente (LIPSCHUTZ, 2001) y (MEYER, 1970), por lo que la frecuencia de sucesos medidos tiene una distribución simétrica que tiende hacia el valor medio. Se dice que la variable aleatoria X sigue una **distribución normal** con media  $\mu$  y desviación típica  $\sigma$  cuando su función de densidad es:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x-\mu}{\sigma} \right)^2}$$

donde:

**F:** Función de densidad

**X:** Variable aleatoria  
**μ:** Media  
**σ:** Desviación típica

Para desarrollar esta fórmula es necesario hacerlo en tablas de frecuencia, y para buscar los diferentes valores correspondientes a los resultados al aplicar la fórmula, se utiliza la tabla normal en la cual existen valores negativos y positivos o uno de los dos, esta tabla nos proporciona la F(X) de una distribución Normal (0,1) de los valores obtenidos al cruzar los datos.

Esta función es de gran importancia porque sirve como una aproximación eficiente a un gran número de distribuciones que en la práctica son muy utilizadas. Para el caso de las variables continuas que son las variables que pueden tomar todos los valores posibles dentro de un rango específico y además son valores que pueden ser infinitos. La importancia de la distribución normal dentro del seguro es que las pérdidas deben seguir una distribución normal para así poder calcularlas dentro de rangos tolerables y de probabilidad.

Una de las distribuciones de probabilidad utilizadas en el seguro obligatorio de accidentes de tránsito es la **distribución binomial negativa** que según lo establecido por MEYER, (1970) es un proceso en el cual se repite un determinado ensayo hasta conseguir un número determinado de resultados favorables por primera vez.

Esto, implica una dicotomía de resultados y existe una división de resultados posibles en cada prueba siendo independientes uno del otro.

En una muestra de datos sea "X" igual al número de fracasos antes de obtener "K" éxitos, entonces la variable aleatoria "X" tiene la siguiente función:

$$P(X=x) = \binom{K+x-1}{x} p^k q^x$$

Donde:

**P(X=x):** Función de densidad de la variable aleatoria binomial negativa.

**p:** Probabilidad de éxito

**q:** Probabilidad de fracaso

**K:** Cantidad de éxitos

**x:** Variable aleatoria

En conclusión las distribuciones normal y exponencial sirven para modelizar los montos de los siniestros; mientras que las distribuciones Geométrica, Binomial, y de Poisson modelan los siniestros (frecuencias) ocurridos en un determinado período de tiempo.

Otra medida estadística utilizada en este seguro, es la **desviación estándar** que se utiliza para saber cómo están las distribuciones de probabilidad sobre los reclamos.

Según (GREEN, 1974) es una medida de dispersión la cual mide en qué posición se encuentran los datos con respecto a la media; si esta medida es expresa como porcentaje del promedio o del punto medio este resultado es el coeficiente de variación.

Es decir con respecto al seguro y el riesgo si las pérdidas de un grupo de unidades de riesgos tiene el coeficiente de variación bajo, se dice que existe un menor riesgo con respecto a otro con un coeficiente de variación alto ya que el asegurador puede saber con certeza cuanto será su desembolso financiero.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

Donde:

$x$ : Variable aleatoria

$\bar{x}$ : Media aritmética

$n$ : Número de dato

Luego de conocer las principales distribuciones probabilísticas aplicadas en el modelo colectivo de riesgo, así como en el cálculo de la tarifa, es necesario conocer cuál es el número de siniestros y su cuantía.

Según GREEN, (1974) lo que busca el asegurador es distribuir la siniestralidad total entre los asegurados, es decir que los siniestros de unos se reparten entre todos los asegurados, basándose en el principio de solidaridad del seguro.

Por lo que para el cálculo de la prima se utiliza este concepto cuya fórmula es:

$$\textit{Prima} = \text{Número medio de siniestros} \times \text{coste medio del siniestro}$$

En esta fórmula se toma en cuenta las medias de las dos variables aleatorias (número de siniestros y cuantía del siniestro)  $N$  y  $X$ .

Por lo que para el cálculo de la prima se multiplica la media de estas dos variables aleatorias, pero en la realidad no se puede saber con certeza que distribución siguen estas variables por lo que es necesario el planteamiento de una distribución teórica que sirva para cuantificar los siniestros.

La distribución que encaja es la distribución de Poisson, y con ésta se puede calcular la probabilidad de un asegurado tenga  $q$  siniestros,  $q$ , 2, etc.

El monto del siniestro se determina con distribución normal mediante la información estadística histórica; se calcula la desviación típica o estándar y la media, tomando en cuenta que el monto calculado debe ser inferior al monto real, (MAPFRE, 2011).

Para conocer si los parámetros estimados son los parámetros de la muestra aplicada, se lo hace mediante el método de máxima verosimilitud.

**El método de máxima verosimilitud** según (ESCUDERO, 2005) cumple con la función de tomar como estimación del parámetro que se está estudiando el valor que tenga la máxima probabilidad de obtener la muestra observada.

Es decir se definen las estimaciones de los parámetros desconocidos como los valores de estos parámetros que maximizan la verosimilitud de los valores muestrales observados.

Por lo tanto si  $(\chi_1 \dots \chi_n)$  es una muestra aleatoria perteneciente a una población  $X$  con un función de densidad  $P_\theta$ , para cada muestra específica  $(\chi_1 \dots \chi_n)$ , la función de verosimilitud<sup>11</sup> está definida como la función de probabilidad (o densidad) conjunta de  $(\chi_1 \dots \chi_n)$  evaluada en  $(\chi_1 \dots \chi_n)$ .

Si la función de distribución de la variable aleatoria depende de un solo parámetro desconocido por ejemplo  $\gamma$  es decir  $f_x = \theta = h(\theta, \gamma)$  la función de verosimilitud es función de dicho parámetro; si por el contrario existe una estimación muestral  $\hat{\gamma} = g(\chi_1 \dots \chi_n)$  que maximiza la función de verosimilitud es decir si:

$$L(\chi_1 \dots \chi_n; \hat{\gamma}) = \max_{\gamma} L(\chi_1 \dots \chi_n; \gamma),$$

El estimador máximo verosímil es  $\Gamma = g(\chi_1 \dots \chi_n)$ .

Donde  $\Gamma$  es el estimador poblacional.

Como la función de verosimilitud es no negativa y el logaritmo neperiano es creciente, encontrar valores de los parámetros que maximicen  $L(\chi_1 \dots \chi_n; \gamma)$ , es equivalente a encontrar valores de parámetros que maximicen  $\ln L(\chi_1 \dots \chi_n; \gamma)$ , (BOWERS et al, 1997).

El método de máxima verosimilitud se utiliza en la mayoría de casos para denotar tanto el estimador como cualquier otra estimación en particular.

Cuando se aplicó estos fundamentos teóricos en la disertación, se utilizó una codificación utilizada en el programa R Project, el mismo que sirvió para la simulación del modelo y la obtención de la tarifa calculada, misma que se presenta en el Anexo I.

En este capítulo se desarrolló las teorías utilizadas en el análisis de la tarifa del seguro obligatorio de accidentes de tránsito, partiendo de la incertidumbre del individuo ante la ocurrencia de un evento no esperado como lo es el riesgo, luego se analizó como los individuos minimizan estos riesgos contratando servicios de una aseguradora, es decir se conoció el seguro y el fin que persigue;

Además se determinó la siniestralidad y su concepto, y como las empresas aseguradoras actúan ante la ocurrencia de un siniestro aplicando las distribuciones de probabilidad que no es más que analizar los eventos de siniestros pasados para proyectar los siniestros futuros.

---

<sup>11</sup> VEROSIMILITUD: Verdadero creíble, no falso. Real Academia de la Lengua (2011).

## ***Evolución y efectos económicos del seguro obligatorio de accidentes de tránsito***

En este capítulo se analizará la implementación del seguro obligatorio de accidentes de tránsito, partiendo de los modelos implementados en los países de Latinoamérica.

En la primera parte se presentarán estadísticas internacionales sobre los accidentes de tránsito de manera general, y se presentará las coberturas de seguro de accidentes de tránsito en algunos países de Latinoamérica, luego se presentará un antecedente en el cual se observará estadísticas de accidentes de tránsito en Ecuador y su variación antes de la implementación del seguro.

Luego se realizará un análisis de la implementación del seguro en el país, haciendo una comparación con años anteriores antes y después, se conocerá sus componentes, actores, coberturas, beneficiarios y la metodología de cálculo de las tarifas.

### **Antecedentes**

Las más recientes evaluaciones del Banco Interamericano de Desarrollo (2012), sobre los accidentes de tránsito indican que América Latina tiene una tasa de mortalidad de 17 personas por cada 100 000 habitantes, superior al promedio de las naciones de ingresos altos que no llega a 10 por cada 100 000.

Por esto en algunos países se implementó un seguro el cual pueda cubrir a las víctimas de los accidentes ocurridos e indemnice a las víctimas de estos siniestros.

Este pensamiento nació en los años veinte en países como Finlandia, Noruega, Suecia quienes lo idearon para que rápidamente se implemente en toda Europa y finalmente en los años noventa tenga su boom en América Latina, (GREEN, 1974).

En América Latina, el seguro que protege a las víctimas de los accidentes de tránsito se implementó de la siguiente forma manteniendo los criterios originales del seguro pero en estos países el nombre es diferente en algunos casos:

En **Colombia** el seguro obligatorio de accidentes de tránsito cubre a las víctimas de accidentes causados por vehículos no identificados y no asegurados, así como los asegurados o identificados, además existe un fondo de compensación para las víctimas de los vehículos no asegurados o fantasmas, (GAVIRIA R.et al, 2011).

En **Brasil** se lo conoce como DPVAT (seguro obligatorio de daños personales causados por vehículos automotores terrestres, fue creado en 1914 y garantiza a las víctimas de accidentes causados por vehículos o sus cargas, (GAVIRIA R.et al, 2011).

En **Perú** el SOAT es para todos los vehículos que circulan dentro del país, y se considera independiente de cualquier póliza de seguro adicional que tenga. Se creó en 2002 y cubre al propietario del vehículo, a sus acompañantes y a todos los que sufran daños corporales o mueran a causa del accidente de tránsito. (GAVIRIA R.et al, 2011).

En **Chile** se denomina SOAP (seguro obligatorio de accidentes personales) es una cobertura de accidentes personales y se debe contratar por los propietarios de todos los vehículos motorizados, remolque o carga, con una compañía de seguros; el objeto de la póliza es de cubrir los riesgos ocasionados por accidentes de tránsito, (GAVIRIA R.et al, 2011).

En **Bolivia** de acuerdo con a lo escrito en el reglamento expedido por la Superintendencia de Pensiones Valores y Seguro: éste seguro garantiza la atención médica y los funerales a las víctimas de accidentes causados por un vehículo, además se lo considera un seguro con un profundo contenido social, (GAVIRIA R.et al, 2011).

**Tabla No. 3**  
**Valor del SOAT en los diferentes países de América del Sur**  
**según su tipo de cambio**

PAIS	COLOMBIA 1 USD=1768 COP (02/01/13)	BRASIL 1 USD=2,05 BRL (02/01/13)	PERU 1 USD=2,61 PEN (02/01/13)	CHILE 1 USD=479,80 CLF (02/01/13)	BOLIVIA 1 USD=7,15 DEG (02/01/13)	ECUADOR
<b>COBERTURA</b>						
MUERTE	6058,82	hasta 6572,86	hasta 5449,17	14390,00	6633,32	5000,00
DISCAPACIDAD TOTAL O PERMANENTE	1817,65	hasta 6572,86	hasta 5449,17 Temporal: hasta 1362,29	Permanente: 14390,00 Temporal: 9593,00	6633,32	5000,00
GASTOS MEDICOS	5049,02	hasta 1314,57	hasta 6812,47	14390,00	6633,32	3000,00
GASTO FUNERARIOS	1514,71		hasta 1362,29			400,00
GASTOS DE TRANSPORTE	100,98					200,00

**Fuente:** GAVIRIA, R (2011). *Seguro Obligatorio de Automóviles*.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 3 se encuentran las coberturas del seguro de accidentes de tránsito en los diferentes países de América del Sur, según su tipo de cambio transformados a dólares.

En el caso de Brasil este seguro denominado DPVAT (seguro obligatorio de daños personales causados por vehículos automotores terrestres) tiene tres coberturas ya que dentro de la cobertura de muerte se encuentra también cubierto los gastos funerarios, así mismo en la cobertura de gastos médicos se encuentra también la cobertura de transporte de víctimas; así mismo ocurre en Chile con el seguro denominado SOAP (seguro obligatorio de accidentes personales) y en Bolivia con el reglamento expedido el cual cubre a las víctimas de accidentes de tránsito.

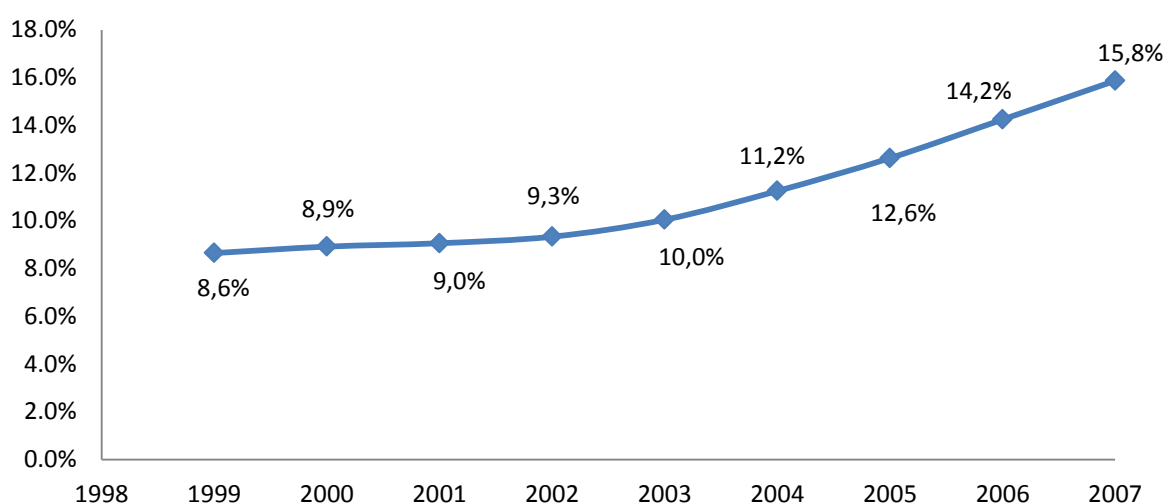
En el Ecuador, el seguro obligatorio de accidentes de tránsito de Colombia fue tomado como ejemplo para la implementación del seguro en el país, pero no se lo hizo con el seguro de responsabilidad civil como en el caso colombiano.

Finalmente en Perú la cobertura de transporte se encuentra dentro de la cobertura de gastos médicos.

### **Análisis de siniestralidad antes de la implementación del seguro y luego de la implementación del seguro.**

En el Ecuador cada año el número de muertes por accidentes de tránsito se fue incrementando a medida que aumentaba el parque automotor, principalmente por la impericia de los conductores e irresponsabilidad de todos los usuarios de las vías públicas, entre los años 1999-2007 se registraron un total de 105.609 accidentes de tránsito, Comisión de Tránsito (2008).

**Gráfico No. 1: Número de accidentes de tránsito ocurridos en el Ecuador**



**Fuente:** Dirección Nacional de Control de Tránsito y Seguridad Vial (2007).

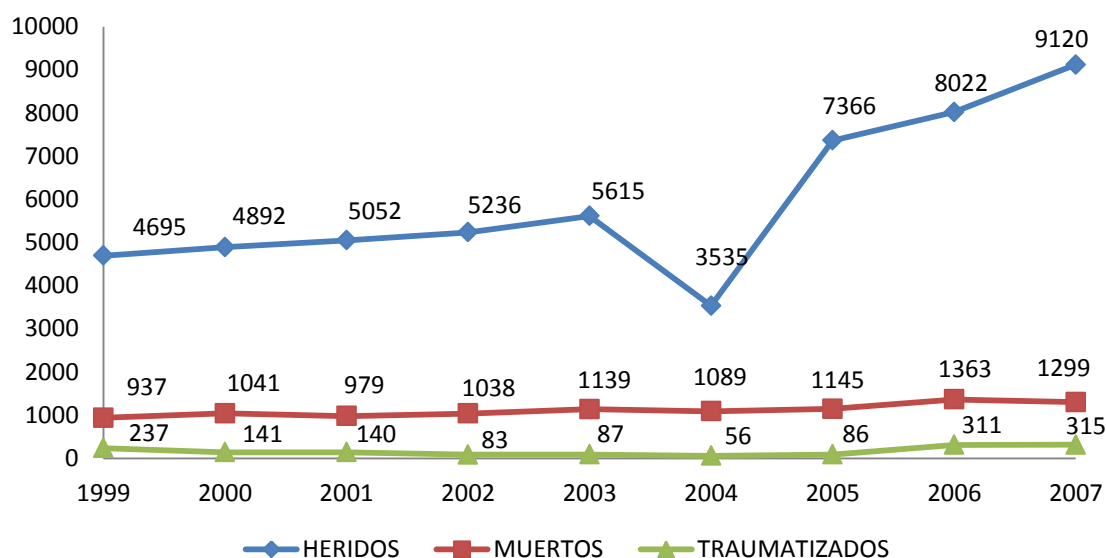
**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En el gráfico No. 1 se evidencia el aumento de los accidentes de tránsito, especialmente a partir del año 2003 en adelante. Es decir, a partir de este año, el número de accidentes de tránsito aumentó en 1.20 % con respecto a los anteriores.

Se toma en cuenta que en el año 2003 una vez estable el sistema, luego de la dolarización se incrementó los vehículos en el país, por el aumento de créditos de consumo debido a la adopción del dólar; lo que permitió a los agentes económicos tener mayor acceso a los automóviles, porque se elevó el poder adquisitivo de éstos.



**Gráfico No. 2: Número de accidentes de tránsito ocurridos en el Ecuador por muertes, heridos y traumatizados.**



**Fuente:** Dirección Nacional de Control de Tránsito y Seguridad Vial (2007).

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En el gráfico No. 2 se observa los accidentes de tránsito por siniestros, en 1999 el número de accidentados era de 5869 comprendidos entre heridos, muertos y traumatizados; este número en el año 2007 fue de 10734, es decir el valor de accidentes de tránsito ascendió al doble en este periodo, siendo la categoría de heridos la más numerosa; en éste periodo el número de accidentes de tránsito se incrementó en un 83%, partiendo desde el año 1999, mientras que el promedio anual de víctimas fue de 7.97%.

Es por estas razones que en el país desde años atrás se trató de crear un seguro que cubra a las víctimas de los accidentes de tránsito.

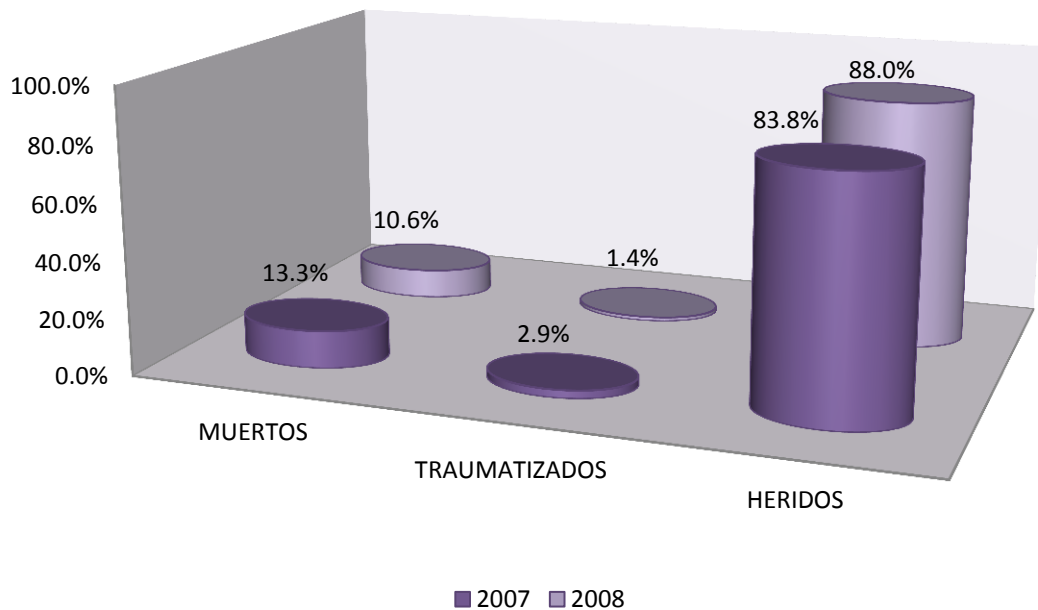
Bajo este contexto la creación del seguro obligatorio de accidentes de tránsito (SOAT), tiene sus inicios en 1981 mediante la tercera Ley de tránsito bajo el registro oficial No. 417, por medio de la cual se promulgó el seguro R.C<sup>12</sup> obligatorio de automotores, no obstante este seguro nunca entró en funcionamiento.

Años más tarde mediante el Decreto Ejecutivo No. 809 entró en vigencia el seguro obligatorio de accidentes de tránsito (SOAT) siendo visto como una política de estado utilizando como instrumento una póliza de seguro.

A continuación se puede observar una comparación de las víctimas de accidentes de tránsito comprendidas entre el periodo 1999-2007, antes de la implementación del seguro obligatorio de accidentes de tránsito (SOAT), y el 2008, año en el que se implementó el seguro.

<sup>12</sup> Responsabilidad Civil: Es un seguro el cual parte de la hipótesis que frente a la producción de un perjuicio culpable o incluso inculpable, debe haber un resarcimiento de los perjudicados.

**Gráfico No. 3: Víctimas por accidentes de tránsito.**



**Fuente:** Dirección Nacional de Control de Tránsito y Seguridad Vial (2008).

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En el gráfico No. 3 se puede ver que en el caso de muertes desde la implementación del seguro de 13.3% disminuyeron a 10.6%, así mismo los traumatizados disminuyeron de 2.9% a 1.4%, mientras que los heridos pasaron de 83% a 88%.

El gobierno nacional al implementar este seguro busca la protección y el aseguramiento de salud de todas las víctimas de accidentes de tránsito en todo el país, es por esta razón que todos los habitantes del país somos actores del funcionamiento y manejo de este seguro.

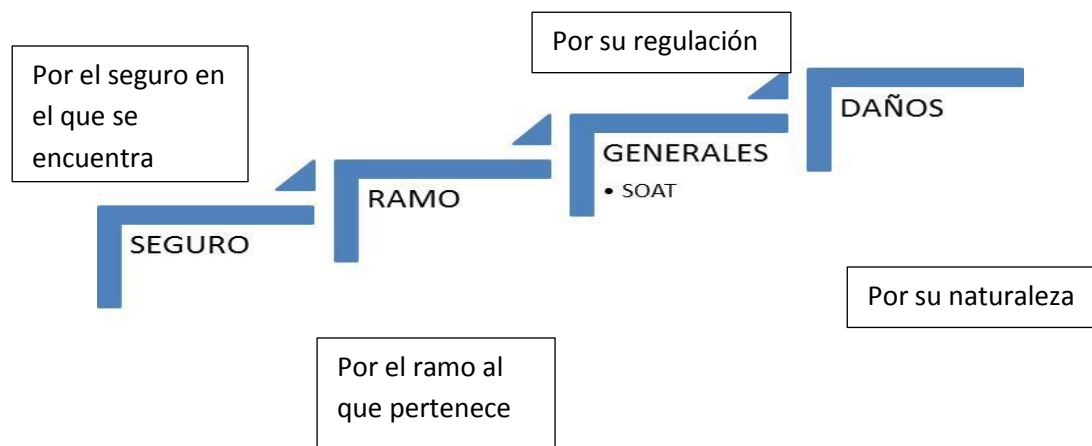
### **Condiciones Generales del SOAT**

El seguro obligatorio de accidentes de tránsito es un instrumento de Política de Estado en materia de Salud Pública que utiliza como herramienta un contrato de seguro garantizando una cobertura universal para todos los habitantes del Ecuador y extranjeros que sean víctimas de un accidentes tránsito que ocurran dentro del país con las respectivas partes que se incluye en un contrato de seguro.

Uno de los conceptos fundamentales del SOAT es que dado la limitada solvencia de la mayoría de hogares y alto costo de los accidentes de tránsito hacen que el seguro sea obligatorio para garantizar la compensación efectiva de las víctimas; la clave de que exista este aseguramiento universal es porque se puede redistribuir los costos de los accidentes de tránsito entre todos los individuos que participan en el tránsito y no solo en los que tienen alto nivel de siniestralidad.

Otro aspecto es que la generalidad de los propietarios de vehículos es adversa al riesgo de cargar con los costos que se asocian cuando ocurren los accidentes de Tránsito; muchos prefieren contratar un seguro y pagar una prima que sea periódica con un monto limitado a tener que asumir un riesgo.

**Gráfico No. 4**  
**Clasificación del SOAT según varios parámetros**



**Fuente:** Clasificación de Riesgos (2008). Superintendencia de Bancos y Seguros

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En el gráfico No. 4 se presenta la clasificación del SOAT según su definición, por su naturaleza se encuentra dentro del seguro de daños, por su regulación se encuentra dentro de los seguros generales, por la clasificación de riesgos que maneja la Superintendencia de Bancos y Seguros, existe el ramo SOAT, que tiene el seguro SOAT. Según la Superintendencia de Bancos y Seguros (2012), ésta clasificación puede variar de acuerdo a la doctrina del seguro, y además depende de la normativa utilizada en cada país.

Los principales beneficiarios, componentes, y actores de seguro son:

- **Beneficiarios:** Al ser el SOAT un bien público puro no existe rivalidad, por lo que los beneficiarios son todos los individuos involucrados en el accidente de tránsito. Además de esto el SOAT ha sido implementado en casi todos los países de la región y de Latinoamérica, siendo su funcionamiento eficiente y mejorando cada año, en algunos países como en Colombia funciona en complemento con el seguro de responsabilidad civil y se aplica un subsidio cruzado en el seguro; en otros países es aplicado de acuerdo al nivel de ingresos de los individuos más se lo ve como un seguro social como en Bolivia.
- **Componentes**

“Este seguro cubre a cualquier persona, sea éste conductor, pasajero o peatón, que sufra lesiones corporales, funcionales u orgánicas o falleciere como consecuencia de un accidente de tránsito.

En caso de accidente de tránsito la víctima será transportada en una ambulancia autorizada a la casa de salud, hospital o clínicas pública o privada más cercana y que esté en condiciones de atender de forma adecuada al paciente. El SOAT garantiza la atención gratuita de las víctimas hasta el monto de la cobertura según se verá más adelante, los gastos serán cancelados por la compañía aseguradora que emitió la póliza SOAT del vehículo en el que se transportaba la víctima o que atropelló al peatón.

En caso de que el vehículo no puede ser identificado, o éste circulaba con una póliza caducada, los gastos incurridos por la casa de Salud serán cubiertos por el FONSAT; es decir, siempre hay una garantía de pago al prestador de servicios médicos” (CORPOSOAT, 2013).

Adicionalmente el SOAT nació bajo un conjunto de bases legales entre las que se destacan:

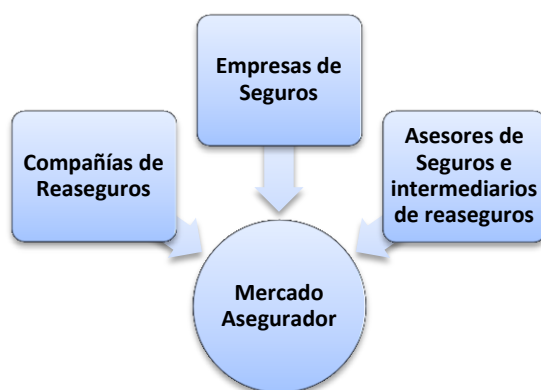
Decreto Ejecutivo N° 809, junto con el primer reglamento para la aplicación del SOAT, derogado por el Decreto No. 1767 del 6 de junio de 2009, Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, Ley General de Seguros, Resoluciones y circulares expedidas por la Superintendencia de Bancos y Seguros, (VELEZ, 2010).

- **Actores**

Por tener una naturaleza híbrida<sup>13</sup>, su definición y control es responsabilidad de Estado, pero su administración y la mayor parte del riesgo están a cargo de las empresas de seguros privados que conforman el CORPOSOAT, y también participan varios actores tanto privados como públicos.

El número de entidades que intervienen hace que el manejo del seguro obligatorio de accidentes de tránsito sea complejo, especialmente al momento de llegar a acuerdos para tomar decisiones sobre políticas y los intereses privados, así que para garantizar un funcionamiento correcto estos buscan posiciones de consenso para lograr este objetivo, (REGLAMENTO DE TRANSITO, 2012).

**Gráfico No. 5**  
**Mercado Asegurador que forma parte del SOAT**



**Fuente:** VELEZ, L. (2010) *Estudio Integral del SOAT*. Superintendencia de Bancos y Seguro

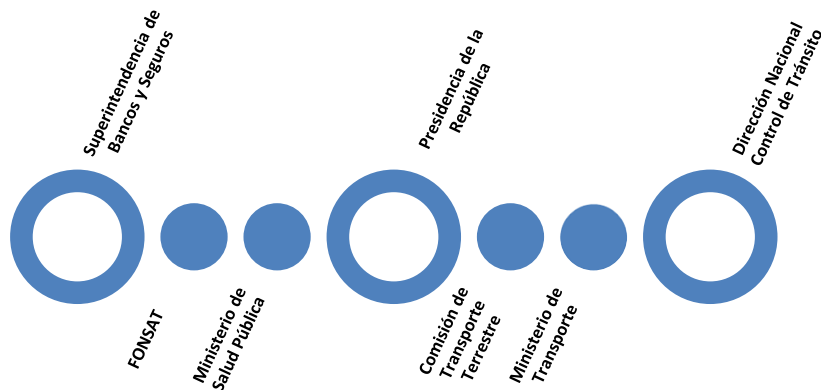
**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En el gráfico No. 5 se puede observar que el mercado asegurador está compuesto de tres actores importantes primero se encuentran las compañías de seguros, luego las empresas de seguros y finalmente los asesores de seguros intermediarios de reaseguros.

---

<sup>13</sup> HIBRIDA: Quiere decir que la naturaleza de éste seguro, es responsabilidad tanto pública como privada.

**Gráfico No. 6**  
**Entidades Estatales que son parte del SOAT**



**Fuente:** VELEZ, L. (2010) *Estudio Integral del SOAT*. Superintendencia de Bancos y Seguros  
**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En el gráfico No. 6 se encuentran las siete entidades estatales que intervienen en el SOAT que son la Superintendencia de Bancos como organismo de control y regulador, el FONSAT como un fondo, el Ministerio de Salud Pública el cual se encarga principalmente de la atención médica a las víctimas, la Presidencia de la República como organismo rector del seguro, la Comisión de Tránsito Terrestre, el Ministerio de Transporte y la Dirección Nacional de Tránsito quienes regulan el cumplimiento del reglamento así como de la Ley de tránsito y transporte terrestre.

**Gráfico No. 7**  
**Otras Entidades que forman parte del SOAT**



**Fuente:** VELEZ, L. (2010) *Estudio Integral del SOAT*. Superintendencia de Bancos y Seguros  
**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En el gráfico No. 7 se encuentran otras entidades como COVIAL, la sociedad civil, los Servicios de salud privados que son las clínicas y hospitales y justicia vial que intervienen en la cobertura del seguro como tal. Además el organismo denominado **CORPOSOAT** es una corporación la cual está integrada por las empresas de seguros autorizadas por la Superintendencia de Bancos y Seguros a operar en el ramo SOAT con fecha al 31 de diciembre de 2009.

Estas empresas conforman la parte privada; y también compañías de reaseguros, asesores de seguros e intermediarios de reaseguros, (REGLAMENTO DE TRANSITO, 2012).

**Tabla No. 4**  
**Conformación de CORPOSOAT**

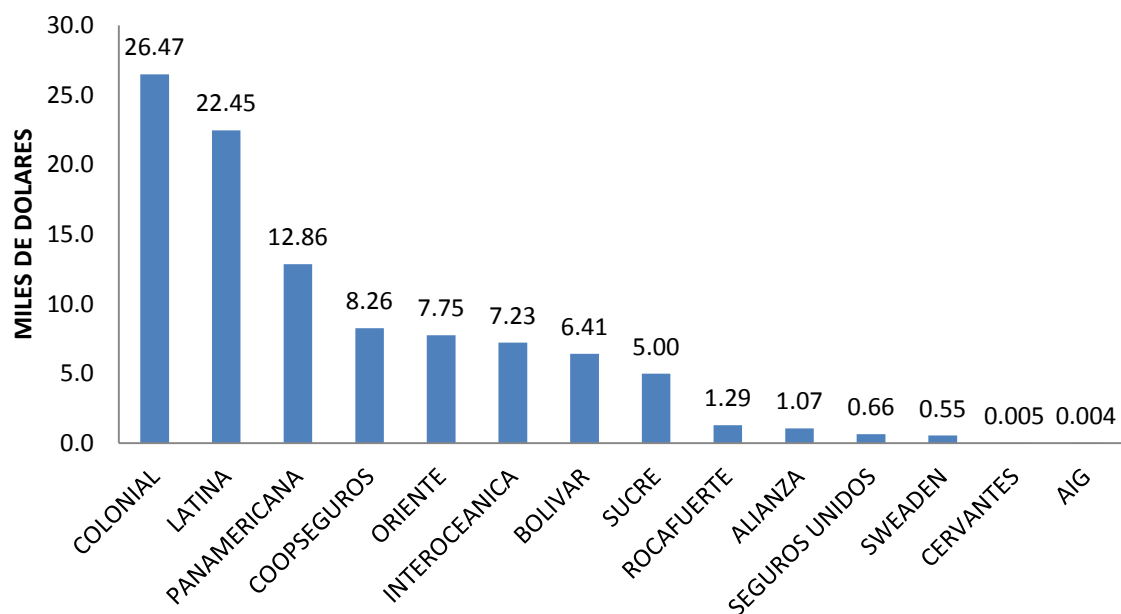
COMPAÑÍA	VALORES ASEGURADOS	% DE PARTICIPACION
COLONIAL	14.416.719,52	26%
LATINA	12.230.468,43	22%
PANAMERICANA	7.003.676,90	13%
COOPSEGUROS	4.501.405,35	8%
ORIENTE	4.219.752,10	8%
INTEROCEANICA	3.936.086,57	7%
BOLIVAR	3.488.691,96	6%
SUCRE	2.721.358,38	5%
ROCAFUERTE	704.502,02	1%
ALIANZA	580.850,38	1%
SEGUROS UNIDOS	359.078,29	1%
SWEADEN	299.255,43	1%
CERVANTES	2.459,47	0%
AIG	2.284,13	0%

**Fuente:** Compañías que mantienen la cobertura del SOAT (2008). Superintendencia de Bancos y Seguros

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

Como se observa en la tabla N°4 existen tres compañías que tienen el 62% del SOAT en el mercado mientras que las demás tienen entre el 1% y 13%.

**Gráfico No. 8**  
**Porcentaje de participación**  
**por empresa de seguros**



**Fuente:** Compañías que mantienen la cobertura del SOAT (2008), Superintendencia de Bancos y Seguros

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En el gráfico No. 8 se observa el porcentaje de cobertura que tiene cada una de las aseguradoras que mantienen aprobado el ramo SOAT, se puede apreciar que las compañías más representativas son QBE Seguros Colonial con un 26,47%, Latina Seguros y Reaseguros C.A. con un 22.45% y Panamericana que cambió su nombre por Liberty Seguros con un 12.86%.

Las tres representan el 61.78% del SOAT; mientras que Coopseguros, Oriente, Interoceánica, Bolívar; Sucre, representan entre 8.26% y 5% del SOAT.

Finalmente Sweaden, Seguros Unidos; Alianza y Rocafuerte representan entre el 4% y 1% del SOAT.

El FONSAT es el Fondo del Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito, cuya función principal es la de garantizar la universalidad de las coberturas del seguro porque se hace responsable de las indemnizaciones y amparo a las víctimas de los accidentes de tránsito cuando:

- Existen víctimas de vehículos fantasmas
- Existen vehículos no tenían contratado el seguro.

Las coberturas que garantiza el FONSAT son las mismas coberturas que garantizan las empresas de seguros además este fondo percibirá el 25% del valor de cada prima percibida por concepto del seguro obligatorio de accidentes de tránsito, cuya transferencia será mensual dentro de los diez primeros días hábiles siguientes al cierre de cada mes, (REGLAMENTO DE TRANSITO, 2012).

Del 25% que percibirá el FONSAT, 16.5 % serán para el pago de indemnizaciones que se deriven de accidentes provocados por vehículos fantasmas o que no tengan contratado el SOAT, el 4.5% para la implementación de planes, programas, proyectos y actividades relacionadas con la prevención de accidentes de tránsito, educación vial y difusión del SOAT.

Finalmente el 4% será destinado para gastos operativos, administrativos y de funcionamiento del fondo así como para financiar la contratación de operador único.

Adicionalmente se financiará también con los rendimientos financieros y actividades de autogestión, así como otros aportes directos o indirectos.

Cuando el SOAT sea renovado o por la adquisición el FONSAT percibirá los montos que se recauden por el recargo del 15% de la prima por el mes o fracción del mes, y el 100% de los valores obtenidos a través de las acciones de repetición que realice, (REGLAMENTO DE TRANSITO, 2012).

## **Las tarifas**

Según los artículos 368, 369, 370 del Reglamento de Tránsito, la tarifa de prestaciones médicas y de honorarios médicos aplicables en estos seguros eran autorizadas por el Ministerio de Salud, y son de carácter uniformes, obligatorias y fijas.

Esta tarifa de primas será aprobada por la Superintendencia de Bancos y Seguros, y es de carácter obligatorio y uniforme, las mismas podrán ser revisadas anualmente en función de las coberturas del seguro y de acuerdo a las expectativas de las indemnizaciones futuras con sus respectivos límites cuantitativos.

Se toma como referencia la valoración conjunta de factores de riesgos objetivos y subjetivos de la técnica de seguros, conforme a lo realizado por las empresas de seguros autorizadas para operar en el ramo SOAT y por el FONSAT.

La vigencia de la tarifa de primas es de doce meses contados a partir del primero de enero de cada año. Cada uno de estos pagan una tarifa de acuerdo a la clase de cilindrada (cc) que poseen, (REGLAMENTO DE TRANSITO, 2012). La clasificación de parque automotor según su utilización se lo puede observar en el Anexo A.

Existen 6 tipos de vehículos privados, y seis tipos de vehículos públicos dentro de la clasificación del parque automotor, además más adelante dentro de cada tipo están clasificados por su cilindraje para calcular la tarifa que deben pagar. En primera instancia se encuentran las motocicletas, luego están los vehículos todo terreno, los automóviles los vehículos oficial especial que son los vehículos que forman parte del Estado.

Luego están los vehículos de carga o vehículos mixtos que quiere decir camiones y tractocamiones, y finalmente se encuentran los vehículos de transporte de pasajeros privado. Por otro lado se encuentran los vehículos pertenecientes al SOAT público, en primero, se encuentran los vehículos de 5 pasajeros que son los taxis, de turismo y vehículos de alquiler, luego se encuentran los vehículos de 6 a 16 pasajeros que son los taxis, los vehículos para turismo, los de transporte escolar y finalmente los vehículos de alquiler. En otra instancia se encuentran los vehículos de turismo interprovincial como los buses, intraprovincial y escolar; luego se encuentran los de carga semipesada, pesada y extrapesada (camiones y tractocamiones).

Finalmente se encuentran los vehículos de servicio urbano, escolar como los buses, trolebús y busetas, (REGLAMENTO DE TRANSITO, 2012).

Las tarifas de primas para los vehículos que no prestan servicio de alquiler es decir los vehículos privados se los puede ver en el Anexo B.

En el Anexo C, se encuentran los vehículos tanto privados como públicos; en motos se tiene 3 tipos de vehículos los que tienen menos de 100 cc, que van de 100 a 249 y los que poseen 250 o más.

Así mismo se encuentran los vehículos todo terreno y camionetas de 0 a 9 años, que tienen menos de 1500 cc, entre 1500 y 2499 y los que tienen 2500 o más; luego están los vehículos todo terreno de camionetas de más de 9 años, clasificados de la misma forma.

Están después los automóviles de 0 a 9 años y de más de 9 años que tienen menos de 1500 cc, de 1500 2499 y de 2500 o más que pagan diferentes tarifas.



Finalmente están los vehículos con capacidad de carga comprendidos entre cargo o mixto, transporte de pasajero particular (bus), buseta, furgonetas y vehículos especiales, cada uno tiene diferentes tarifas de pago de acuerdo a sus respectivos cilindrajes.

Por otro lado en el Anexo D se encuentran las tarifas vigentes para los vehículos que prestan servicio de alquiler es decir los vehículos de servicio público.

## Coberturas

El SOAT según el (REGLAMENTO DE TRANSITO, 2012), cubre a las víctimas sea este conductor, pasajero o peatón, que sufre lesiones corporales, funcionales u orgánicas, o además la víctima falleciere por motivo de accidentes de tránsito, contra los siguientes riesgos si:

- a) Fallecimiento
- b) Incapacidad total y permanente
- c) Gastos médicos
- d) Gastos funerarios y
- e) Gastos de transporte

A esta fecha los montos establecidos por los organismos encargados del funcionamiento del SOAT son:

**Tabla No. 5**  
**Valores de las coberturas del SOAT**

Cobertura	Límite (USD)
Muerte	5.000,0
Incapacidad	3.000,0
Gastos Médicos	2.500,0
Funerales	400,0
Transporte	50,0

**Fuente:** Reglamento para la Aplicación de la **Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial**. (2012)

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla N° 5 se encuentran los montos de las diferentes coberturas del SOAT. Estos montos cubren a las víctimas cuando:

En la cobertura de **fallecimiento** el monto de cobertura es USD. 5.000 por persona, transferido por muerte sobrevenida dentro de los doce meses siguientes al accidente y a causa directa del mismo. El monto de cobertura es fijo y este importe depende del costo de indemnización del siniestro hasta el límite de la cobertura preestablecido, VAZ, (2008).

En lo que se refiere a la cobertura de **incapacidad permanente o parcial** el monto es de USD. 3000 por persona, sobrevenida dentro de los doce meses del accidente, y conforme al daño comprobado

visto en la tabla de indemnizaciones por disminución e incapacidad para el trabajo u ocupación, los que se encuentran descritos en el Anexo D.

La importancia funcional absoluta de un miembro es asimilable a la pérdida total del mismo. En caso de ser zurdo se aplicará como si fuese diestro, y en caso de ser ambidiestro se lo tomará como diestro.

Si además en el caso de pérdida o parálisis parcial de miembros u órganos de los tipos de arriba fijados, la indemnización sufrirá una reducción proporcional conforme a la incapacidad que resulte sin que, en ningún caso pueda exceder de la mitad de la cifra fijada para el caso de pérdida total, (VAZ, 2008).

En caso de que un miembro u órgano afectado anteriormente de invalidez sufra, como consecuencia de un accidente, la pérdida total o parcial de su función, el Asegurado no tendrá derecho más que a la indemnización correspondiente a la incapacidad causada por el accidente.

La pérdida de un miembro u órgano con disfuncionalidad previa al accidente, dará derecho a una indemnización de conformidad con la tabla de indemnizaciones precedente, pero disminuida en un 50%.

En lo referente a la cobertura de **gastos médicos** el monto de cobertura es de USD. 2500 por persona, que incluye gastos hospitalarios, quirúrgicos, exámenes médicos y farmacéuticos, estos gastos tienen que ser pagados cuando la persona es atendida en los centros de atención, médica mencionados antes, (VAZ, 2008).

En lo que corresponde a la cobertura de **gastos funerarios** el monto es de USD. 400 por persona, este monto es transferido a los familiares de la víctima cuando esta haya fallecido en el accidente de tránsito, (VAZ, 2008).

Finalmente en lo correspondiente a la cobertura de **gastos de transporte** el monto es de USD. 50 por persona, este monto es transferido a la víctima cuando esta necesite ser transportada a los centros hospitalarios para su atención. (VAZ, 2008).

### **Metodología para el cálculo de la tarifa del SOAT**

Según lo establecido por KLUGMAN et al, (1998), el modelo utilizado para el cálculo de las tarifas del SOAT, es un modelo actuarial que se utiliza para el análisis financiero y tiene un horizonte de cinco años.

Este modelo tiene un desarrollo técnico el cual cuenta con varios parámetros, coberturas y variables que permitirán disminuir la incertidumbre, y éste es el objetivo base. La información primordial para este modelo se basa en las estructuras mismas que son remitidas por las entidades aseguradoras a través de los medios electrónicos que se han establecido para el efecto. Esta información es recopilada por la dirección de auditoría 3 de la Intendencia Nacional del Sistema de Seguro Privado.

Uno de los principales orígenes de riesgo del SOAT son los siniestros que en la disertación planteada son las frecuencias que están relacionadas a cada cobertura mencionada antes.

Para ello se considera los siguientes eventos que pueden afectar a las frecuencias:

### 1. Cultura de los Asegurados

Es uno de los principales eventos ya que mientras más personas conozcan el cómo utilizar el SOAT y su funcionamiento, este tendrá una evolución natural radicada en el crecimiento en el número de reclamos en los primeros años de su funcionamiento. (VELEZ, 2010).

### 2. Demanda de Cobertura

Otro evento que afecta a las frecuencias es la variación que existe en la demanda de cobertura, ya que ésta impacta directamente sobre el número de certificados, que son las pólizas, emitidas por el sistema y también por estar asociados en el número de reclamos.

Este impacto se da principalmente por la profundidad que tiene el mercado, perteneciente a una distribución probabilística, (VELEZ, 2010).

De acuerdo al decreto No. 1767, en el cual dado el estudio realizado por la Superintendencia de Bancos y Seguros, las tarifas disminuyeron en un 30% como se ha mencionado antes. A continuación se presenta los recargos utilizados en el mismo:

**Gastos de Administración:** Estos están limitados al 5% de la prima según el decreto ejecutivo, No. 1767.

**Gastos de Adquisición:** Pertenecen al aquellas comisiones que se pagan a los bróker (corredores de seguros)

**Seguro Campesino:** Esta contribución es de acuerdo a la Constitución de la República art. 373 y la Ley de Seguro Social art. 307.

**Tabla No. 6**  
**Recargos comerciales**

RECARGO POR:	VALOR
Gasto de Administración	5%
Gasto de Adquisición	5%
Contribución Seguro Social Campesino	0,50%
Margen de Utilidad	5%

**Fuente:** VELEZ, L (2010). Superintendencia de Bancos y Seguros

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 6 se puede observar los cuatro recargos comerciales que son añadidos al cálculo de la tarifa del SOAT y contemplan, el 5% son los gastos de administración, otro 5% de los gastos de adquisición, el 0.50% perteneciente al seguro campesino y el 5% del margen de utilidad.

Estos rubros son desglosados en la estructura S13, (Libro de Producción).

Finalmente en este capítulo se analizó la evolución del seguro en los países de Latinoamérica, luego se realizó un estudio a la implementación del seguro evaluando los efectos antes y después de la implementación; se pudo observar antes de la implementación del seguro la siniestralidad aumentaba año tras año en 1.20%, mientras que luego de la implementación la siniestralidad disminuyó especialmente en las víctimas muertas como en las traumatizadas en 10,6% 1.4% respectivamente.

Lo que concluye que el SOAT en una primera parte si solucionó los problemas de la siniestralidad cumpliendo con la finalidad del gobierno que fue el de proteger a las víctimas de los accidentes de tránsito.

Luego se observó los componentes, actores, beneficiarios, tarifas del seguro así como la metodología de cálculo de la tarifa.

Este estudio contempló un análisis de la siniestralidad desde el periodo 1999-2007 en el cual no se había implementado el seguro, y desde el año 2008 cuando el seguro fue implementado; cumpliendo con el de objetivo dos de la disertación.

## ***Análisis de la tarifa vigente, del seguro obligatorio de accidentes de tránsito***

Luego del estudio de la implementación del SOAT en el Ecuador, en este capítulo se analiza el cálculo de la tarifa vigente, partiendo de la base de datos anterior, enviada por las empresas de seguros contemplada en las estructuras S(13) libro de producción y S(14) siniestros.

En este cálculo se toma en cuenta todas las estructuras enviadas por las empresas de seguros.

Primero se analiza las coberturas anteriores que se encuentran en el Reglamento a la Ley de tránsito y seguridad vial del año 2011, y además se analiza el modelo aplicado con estos criterios para el periodo 2008-2009.

En lo que se refiere al estudio del modelo se lo analiza por cobertura y además se incluye el modelo de costos agregado; así mismo se determina las proyecciones de las tarifas futuras calculadas anteriormente.

### **Base de Datos**

Para la presente disertación se utilizó una base de datos que fue recopilada por la Subdirección del SOAT que pertenece a la Superintendencia de Bancos y Seguros.

Esta base se construyó a partir de la base de datos de cada una de las compañías que mantienen la cobertura del SOAT. En ella se encuentra la información concerniente a los siniestros y pólizas reportados por las compañías durante el período que va desde enero del 2008 hasta abril del 2011, ESPINOZA (2011).

**Tabla No. 7**  
**Valores de las coberturas del SOAT**

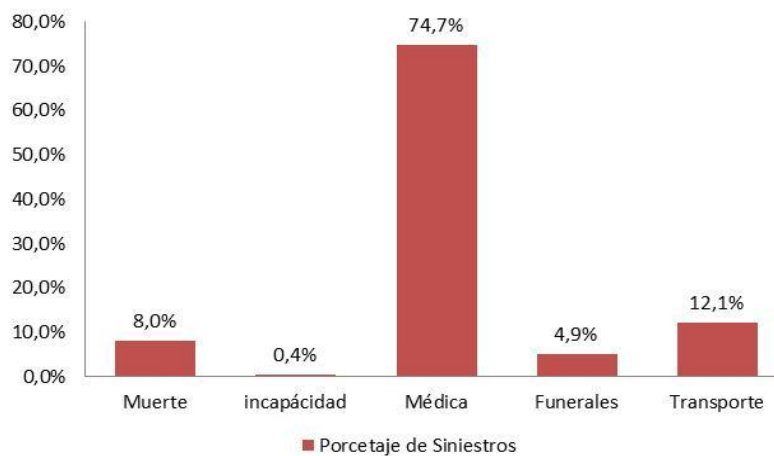
<b>Cobertura</b>	<b>Número de Siniestros</b>	<b>Media</b>
<b>Muerte</b>	4734	4240,9
<b>Incapacidad</b>	231	9715
<b>Médica</b>	44371	709,2
<b>Funerales</b>	2912	1375,8
<b>Transporte</b>	7184	223,2
<b>Total</b>	<b>59432</b>	

**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 7 se presenta un resumen de las estadísticas de los costos de los siniestros pagados obtenidos de la base depurada.

**Gráfico No. 9**  
**Número de Siniestros con la Base Depurada**



**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

Podemos observar en el gráfico No. 9 que la cobertura que más siniestros reporta son los gastos médicos con un 74,7% seguido por la cobertura de transporte con un 12,1% y muerte con un 8%. Finalmente las coberturas que menos reportan son los gastos funerarios con un 4,9% y la cobertura de incapacidad con un 0,4%. Lo que evidencia este gráfico es que la cobertura que más indemniza a las víctimas de los accidentes de tránsito es la cobertura de gastos médicos, porque al ocurrir el siniestro siempre las víctimas son heridos y traumatizados. Las distribuciones de probabilidad aplicadas son, en primera instancia, la pérdida anual esperada de cada cobertura depende los siniestros y de los montos o severidades.

Es por esto que existen dos distribuciones de probabilidad una para el número de siniestros y otras para los montos o severidades. Entre ellas como se había descrito en la teoría del modelo colectivo de riesgos, la distribución que más se aproxima a la variable frecuencias es la distribución binomial negativa, dado que la varianza empírica de la frecuencia de siniestros sea superior al promedio de la frecuencia de siniestros. En el caso de que la varianza empírica sea igual al promedio se utilizaría la distribución de polsón; y, en el caso de que la varianza empírica sea inferior al promedio se utilizará la distribución binomial, (VELEZ, 2010). Con los montos de los siniestros de cada cobertura se elabora una tabla de frecuencias con intervalos de longitud constate, luego se elabora una tabla de frecuencias relativas en la cual se agrupan los datos en un número de intervalos definidos con distintas longitudes. La distribución que más se ajusta a estas severidades es la distribución log-normal. (VELEZ, 2010).

## Modelización por cobertura

En las siguientes tablas se presenta dos parámetros para cada tipo de distribución; en el caso de la distribución binomial negativa son los parámetros  $\alpha$  y  $\rho$ ; en el caso de la distribución logarítmica normal  $\mu$  y  $\sigma$ .

Estos parámetros reflejan de manera óptima el comportamiento de los datos observados, esto es la situación pasada; y luego de ser calibrados se los utiliza en el modelo para representar la situación futura de los datos observados.

## Cobertura de Fallecimiento

En la cobertura de fallecimiento el beneficiario tiene una indemnización única, que se paga a la víctima fallecida dentro de los doce meses de un accidente de tránsito o de la ocurrencia del siniestro, este monto asciende a USD 5.000. Al ser una cobertura fija, es decir el monto que se paga es fijo, la parte aleatoria es únicamente la frecuencia de los siniestros por lo que para la cobertura de muerte se ajusta la distribución binomial negativa asociada con la frecuencia de siniestros, (ESPINOZA, 2011).

- **Distribución de frecuencia de muerte**

Debido a que la varianza empírica de los datos observados es mayor que el promedio se aplicó la distribución Binomial Negativa. Los parámetros de la distribución estimados son:

**Tabla No. 8**  
**Cobertura de muerte con distribución**  
**binomial negativa**

Distribución: Binomial Negativa	
Parámetro	Valor
$\alpha$	2,102042
$\rho$	0,2578266

**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 8 se encuentran los parámetros de la cobertura muerte para la variable frecuencia estimada con la distribución binomial negativa.

## Cobertura por incapacidad

En la cobertura de incapacidad, es un monto aleatorio pagadero a cada víctima que sufre una discapacidad permanente total o parcial según lo descrito en las coberturas del SOAT, que se paga dentro de los 12 meses después del accidente, dado la incapacidad que el accidente causare. La parte aleatoria depende tanto de la frecuencia de siniestros como de la cuantía o severidad. (ESPINOZA, 2011).

- **Distribución de frecuencias de incapacidad**

Porque la varianza empírica de los datos observados para esta cobertura presentaron un valor superior que la media, el modelo de la distribución utilizado es la distribución Binomial Negativa. Por lo que los valores de los parámetros son:

**Tabla No. 9**  
**Cobertura de incapacidad con distribución**  
**binomial negativa**

<b>Distribución: Binomial Negativa</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
$\alpha$	0,8330275
$\rho$	0,7299347

**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En la tabla No. 9 se encuentran los parámetros de la cobertura incapacidad para la variable frecuencias estimadas con la distribución binomial negativa.

- **Distribución de severidad de incapacidad**

La distribución de severidad está en función de los datos observados de los montos reclamados, considerando los datos de las observaciones contenidos en la base depurada que se encuentra en la estructura S14.

El modelo utilizado en este caso es la distribución log-normal truncada, que se define por dos parámetros cuyos valores fueron calculados por máxima verosimilitud presentados en la tabla adjunta:

**Tabla No. 10**  
**Cobertura de incapacidad con distribución**  
**logarítmica normal**

<b>Distribución Log-Normal</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
$\mu$	8,282017
$\sigma$	1,383676

**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En la tabla No. 10 se encuentran los parámetros de la cobertura incapacidad para la variable de severidad estimada con la distribución log- normal.

### **Cobertura de transporte**

En esta cobertura es el monto es aleatorio pagadero a cada víctima que a causa de un accidente necesita ser transportada a un centro de atención médica, (ESPINOZA, 2011).



- **Distribución de frecuencia de transporte**

Como la varianza empírica es superior a la media de los datos que fueron observados, el modelo de distribución que se utilizó es la distribución binomial negativa. Por lo que como en las distribuciones de las coberturas anteriores los parámetros son:

**Tabla No. 11**  
**Cobertura de transporte con distribución**  
**binomial negativa**

<b>Distribución: Binomial Negativa</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
$\alpha$	4,506775
$\rho$	0,3263303

**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En la tabla No. 11 se encuentran los parámetros de la cobertura de transporte para la variable frecuencia estimada con la distribución binomial negativa.

- **Distribución de severidad de transporte**

La distribución de severidad está en función de los datos observados de los montos reclamados, considerando los datos de las observaciones contenidos en la base depurada que se encuentra en la estructura S14.

El modelo utilizado en este caso es la distribución log-normal truncada, que se define por dos parámetros cuyos valores fueron calculados por máxima verosimilitud presentados en la tabla adjunta.

**Tabla No. 12**  
**Cobertura de transporte con distribución**  
**logarítmica normal**

<b>Distribución</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
$\mu$	4,506775
$\sigma$	0,3263303

**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 12 se encuentran los parámetros de la cobertura de transporte para la variable severidad estimada con la distribución log-normal.

## Cobertura de funerales

En la cobertura de funerales es un monto aleatorio, el beneficiario es un monto aleatorio pagadero a cada víctima que a causa de un accidente necesita ser transportada a un centro de atención médica, (ESPINOZA, 2011).

- **Distribución de frecuencia de funerales**

Como la varianza empírica es superior a la media de los datos que fueron observados, el modelo de distribución que se utilizó es la distribución binomial negativa, los parámetros de la distribución son:

**Tabla No. 13**  
**Cobertura de funerales con distribución**  
**binomial negativa**

Distribución: Binomial Negativa	
Parámetro	Valor
$\alpha$	2,488653
$\rho$	0,4022206

**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En la tabla No. 13 se encuentran los parámetros de la cobertura de funerales para la variable frecuencia estimada con la distribución binomial negativa.

- **Distribución de severidad de funerales**

El modelo utilizado en este caso es la distribución log-normal truncada, que se define por dos parámetros cuyos valores fueron calculados por máxima verosimilitud presentados en la tabla adjunta:

**Tabla No. 14**  
**Cobertura de Funerales con distribución**  
**logarítmica normal**

Distribución Log-Normal	
Parámetro	Valor
$\mu$	11,21589
$\sigma$	1,957756

**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En la tabla No. 14 se encuentran los parámetros de la cobertura de funerales para la variable severidad estimada con la distribución log-normal.

## Cobertura de gastos médicos

En la cobertura de gastos médicos, el beneficiario es un monto aleatorio pagadero a cada víctima que a causa de un accidente de tránsito necesite atención médica, (ESPINOZA, 2011).

- **Distribución de frecuencia de gastos médicos**

Como la varianza empírica es superior a la media de los datos que fueron observados, el modelo de distribución que se utilizó es la distribución binomial negativa. Visto lo anterior los parámetros de la distribución son:

**Tabla No. 15**  
**Cobertura de gastos médicos con distribución binomial negativa**

Distribución: Binomial Negativa	
Parámetro	Valor
$\alpha$	6,829487
$\rho$	0,1061687

**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En la tabla No. 15 se encuentran los parámetros de la cobertura de gastos médicos para la variable frecuencia estimada con la distribución binomial negativa.

- **Distribución de severidades de gastos médicos**

El modelo utilizado en este caso es la distribución log-normal truncada, que se define por dos parámetros cuyos valores fueron calculados por máxima verosimilitud presentados en la tabla adjunta:

**Tabla No. 16**  
**Cobertura de gastos médicos con distribución logarítmica normal**

Distribución Log-Normal	
Parámetro	Valor
$\mu$	6,083081
$\sigma$	1,756184

**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En la tabla No. 16 se encuentran los parámetros de la cobertura de gastos médicos para la variable severidad estimada con la distribución log-normal.

En las tablas anteriores en las cuales se encuentran los parámetros para cada cobertura por frecuencias (número de reclamos) y severidades (montos reclamados) fueron obtenidos en base a las estructuras enviadas por las compañías en diciembre de 2011, cabe recalcar que las compañías aseguradoras en el primer año del SOAT (2008), no tenían claro el cómo enviar la información a la Superintendencia de Bancos y Seguros, y los asegurados todavía no tenían claro cómo se maneja los reclamos en el caso de siniestro.

Con estos antecedentes el actuario de la Superintendencia de Bancos y Seguros en ese momento, hizo los cálculos depurando la base en su totalidad, haciendo estimaciones y además calculando números aleatorios de ser el caso en las diferentes variables que contemplan las estructuras de libro de producción y siniestros. Cuando se tiene toda la base depurada, se utiliza el programa R para calcular la tarifa con los diferentes códigos que contempla este programa.

## **Modelo de costos agregados**

Después de realizar el cálculo de las diferentes distribuciones de probabilidad relativas de cada cobertura, se procedió a construir el modelo de costos agregado desarrollado por el actuario Leonardo Vélez, ex actuario de la Superintendencia de Bancos y Seguros de la Intendencia Nacional de Sistema de Seguro Privado.

Con este modelo se pudo proyectar los costos y evaluar las primas del sistema SOAT para el 2012. Este modelo es una simulación basada en la aplicación de los conceptos de este capítulo, (ESPINOZA M, 2011).

Los parámetros calculados anteriormente para cada una de las distribuciones de probabilidad analizadas son calibrados mediante ajustes óptimos a los datos observados, (datos históricos), por lo que se analizó ciertas hipótesis que representaron al sistema de forma óptima en la situación futura analizada en ese momento.

Los costos de todas las coberturas que el SOAT ofertó, fueron afectados por la inflación, por lo que para calibrar el modelo se supuso que la inflación afectará a los costos de las coberturas en un 4.5%. Este valor fue obtenido por las medias móviles del IPC salud de los últimos tres años.

El número de siniestros es un factor crucial para el cálculo, ya que éste varía según la evolución del aprendizaje de los asegurados y la variación de la demanda por crecimiento de registros, así que las distribuciones realizadas en éste capítulo fueron las que más se acercan a los datos reales.

Para modelizar el número de siniestros se calibró los parámetros de las distribuciones de frecuencia de tal manera que reflejaron óptimamente el efecto del aumento de reclamos futuros que están influenciados en lo que se dijo al principio de este párrafo.

La variación de los reclamos en el tiempo según las hipótesis planteadas por el actuario Leonardo Vélez es que éstas tendrán un factor de incremento de 15%, que es el resultado de  $1.083 * 1.062$ .

Y también se debe tomar en cuenta que al depurar la base se eliminó algunos datos por lo que el factor de incremento anterior se agregó un factor de ajuste del 10%. Con esto se obtiene un 26 % de factor de calibración ( $k$ ), como resultado de  $1.15 * 1.1$ , (ESPINOZA, M 2011).

## Proyección de primas y costos

Del modelo descrito anteriormente se despejaron los siguientes resultados:

- **Prima pura de riesgo**

### Prima Pura

<b>Prima Pura</b>	USD	30.393.771
-------------------	-----	------------

**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

La prima pura de riesgo que es la esperanza matemática<sup>14</sup> de la variable aleatoria agregada que describe el monto global de reclamos, y su valor es de USD 30.393.771.

- **Prima neta**

### Prima Neta

<b>Prima Neta</b>	USD	32.825.273
-------------------	-----	------------

La prima neta es de USD 32.826.273.

- **Prima comercial**

### Prima Comercial

<b>Prima Comercial</b>	USD	48.558.096
------------------------	-----	------------

La prima comercial la cual es de USD 48.558.096.

## Resultados

- **Variación de la prima neta proyectada**

En este estudio, la prima real ascendió a USD 46.036893,19 según los datos presentados por las compañías de seguros, mientras que la prima comercial (calculada) fue de USD 48.558.096.

Esta sobrepasó los resultados proyectados para los siguientes años partiendo del año 2010.

<sup>14</sup> Esperanza matemática: Es el valor esperado, la media poblacional o media de una variable aleatoria.

**Tabla No. 17**  
**Variación de la prima neta**  
**proyectada**

<b>Prima comercial</b>	<b>USD 46.036.893,19</b>
Prima comercial proyectada	USD 32.825.273,00
<b>DIFERENCIA PROYECTADA</b>	<b>28,70%</b>

**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En la tabla No. 17 se establece el resultado que justifica una reducción de la prima para los siguientes años, ya que la prima comercial es mayor que la prima comercial proyectada, la diferencia proyectada es de 28,70%.

- **Efecto de variación de coberturas para los siguientes años**

La prima neta proyectada para el 2011 para los siguientes años mantuvo los beneficios de cobertura en los mismos niveles de los años anteriores, mientras que la prima proyectada se realizó con las coberturas incrementadas según lo propuesto por la Superintendencia de Bancos y Seguros en ese momento.

**Tabla No. 18**  
**Efecto de la variación de las coberturas**

Prima neta proyectada para escenario Superintendencia de Bancos y Seguros	USD 38.736.768,00
Prima Neta proyectada con coberturas incrementadas	USD 32.825.273,00
<b>DIFERENCIA PROYECTADA</b>	<b>15,30%</b>

**Fuente:** ESPINOZA, M. (2011). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En la tabla No. 18 se presenta el efecto de la variación de las coberturas, el costo total de siniestros se incrementaría en un 15.3% incrementando las coberturas, con respecto al costo total de siniestros con el nivel de coberturas original.

Es por esta razón que en la tarifa anterior, es decir la tarifa actual calculada en el años 2008- 2009, debido a la diferencia entre la prima neta teórica y la prima neta real 2009, era justificable incrementar los beneficios de cobertura al escenario que planteó la Superintendencia de Bancos, manteniendo los mismos niveles de prima, ESPINOZA, (2011).

En este capítulo el actuario de la Superintendencia de bancos y Seguros calculó las tarifas para el período 20008-2012, estas en el primer año de implementación se mantuvieron, pero luego de la reducción en un 30% tuvieron su variación según los datos presentados en este capítulo. Bajo este contexto se presentó un análisis en la que se estableció un incremento a las coberturas para ese período, ya que la prima calculada llamada prima teórica es menor que la prima real misma que

representa los datos reportados por parte de las compañías a la Superintendencia de Bancos y Seguros, y así se justificó el incremento de las coberturas.

Finalmente la implementación del SOAT en el 2008 sirvió para dar cobertura a las víctimas de los accidentes de tránsito, es decir la política adoptada por el gobierno fue efectiva los primeros años del seguro, además se destaca que a pesar de que existan vehículos fantasmas causantes de accidentes de tránsito las víctimas también son indemnizadas por el FONSAT.

En una primera parte el seguro solucionó los problemas de seguridad vial, como se evidenció en este capítulo; disminuyó las víctimas acaecidas en los accidentes de tránsito.

En la siguiente parte de la disertación, se presentará estadísticas que demuestran que los accidentes de tránsito han aumentado lo que justifica el estudio a la tarifa actual.

## ***Análisis de las tarifas proyectadas, del seguro obligatorio de accidentes de tránsito***

Según la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, Art. 299, la Superintendencia de Bancos y Seguros debe revisar cada año las tarifas y coberturas del SOAT, ésta ley introdujo cambios sustanciales en la organización del sector transporte.

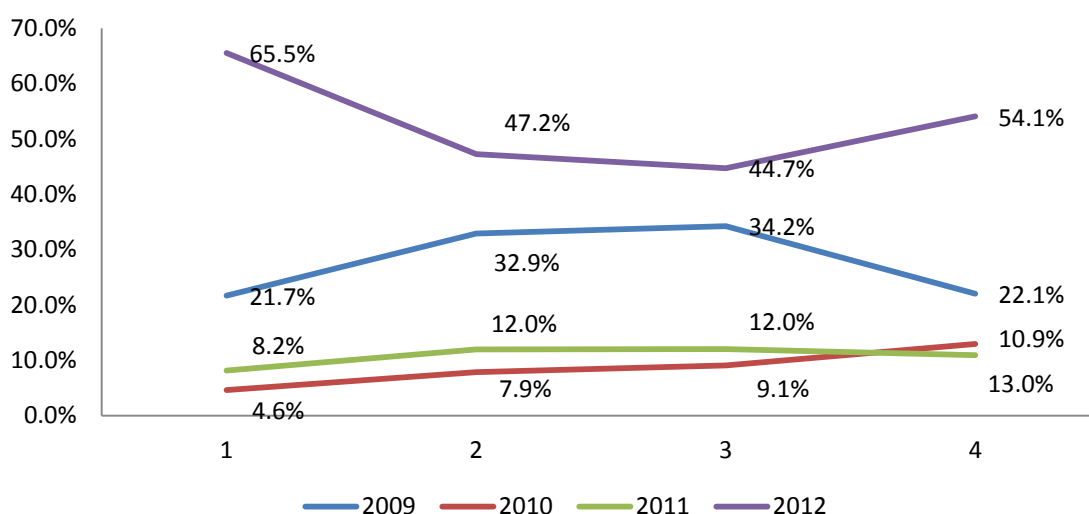
Por ello, para este capítulo se toma en cuenta que las coberturas actuales del SOAT fueron incrementadas así como la evolución del aprendizaje por parte de los asegurados y el parque automotor. Con esto se busca mejorar la calidad del sistema con el criterio del nivel de siniestralidad de cada tipo de vehículo.

Más adelante se estudiará una propuesta de cálculo de la tarifa del SOAT, basada en la siniestralidad mediante el tipo de vehículo y las coberturas; para la clasificación de los tipos de vehículos se tomará el criterio de clasificarlos en motos, vehículos particulares, camiones y transporte público, para ser más objetiva la propuesta de cálculo. Mientras que lo que corresponde al monto de las cinco coberturas se utiliza las coberturas que el gobierno decidió incrementar en el 2012. Así mismo se simulará el modelo en el programa R por tipo de vehículo de la clasificación especificada más adelante.

### **Antecedentes**

Luego de cinco años de implementación del SOAT en el país, los reclamos presentados a las empresas de seguros tienen la siguiente evolución:

**Gráfico No. 9**  
**Reclamos presentados por tipo de vehículo**



**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata



En el gráfico No. 9 se observa la evolución de los reclamos presentados las empresas de seguros correspondientes al periodo 2009-2012. En primera instancia esta el tipo No. 1 que representa a la clase motos, la misma que pasa de un 4,6% de siniestralidad en el 2009 a 65,5% en el 2012, el tipo No. 2 que representa a los camiones pasa de 7,9% en el 2009 a 47,2% en el 2012, el tipo No. 3 correspondiente a la clase vehículos que pasa de un 9,1% en el 2009 a un 44,7% en el 2012 y finalmente el transporte público que pasa de 13% en el 2009 a 54,1% en el 2012.

Con estos porcentajes se evidencia que los accidentes de tránsito han aumentado de acuerdo a lo expuesto en el párrafo anterior lo que justifica analizar una nueva tarifa para los siguientes años como una solución al problema de siniestralidad causada.

## Condiciones generales

Para el año 2012 las indemnizaciones de las cinco coberturas fueron incrementadas según la el Reglamento a la Ley de Tránsito, transporte terrestre y seguridad vial, expedido en enero del 2012 como consecuencia de los accidentes relacionados con la circulación de los vehículos que son a motor.

Los nuevos montos de la cobertura son:

**Tabla No. 19**  
**Valores de las coberturas del SOAT**

Cobertura	Límite (USD)
Muerte	5.000,0
Incapacidad	5.000,0
Gastos Médicos	3.000,0
Funerales	400,0
Transporte	200,0

**Fuente:** Reglamento para la Aplicación de la **Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial**. (2012)

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

Como se puede observar en la tabla No. 19, la cobertura de muerte se mantiene en la indemnización de USD 5.000, la cobertura de incapacidad se incrementó de USD 3.000 a USD 5.000, la cobertura de gastos médicos de USD 2.500 a USD 3.000, la cobertura de gastos funerarios se mantiene en USD 400, mientras que la cobertura de gastos de transporte pasó de USD 50 a USD 200.

## Base de Datos

Para la presente disertación se utilizó una base de datos que fue recopilada por la Dirección de Auditoría 3, de la Superintendencia de Bancos y Seguros.

Esta base se construyó a partir de la base de datos de cada una de las compañías que mantienen la cobertura del SOAT, y que conforman el CORPOSOAT, mediante las estructuras de datos.

El período de la base requerida es desde el año 2008 al 2012, ya que las compañías de seguros al no tener conocimiento sobre el manejo en su totalidad de cómo llenar los datos de las estructuras emitidas por la Superintendencia de Bancos y Seguros para la obtención de información sobre el SOAT, la institución de control requirió nuevamente ésta información para completar y depurar sus bases.

Para ello luego de analizar las bases solicitadas por este organismo, encontró errores, por lo que en la presente disertación solo se toma en cuenta un muestreo de total de las compañías que operan en este ramo. Para el estudio se analizó las estructuras S13 (libro de producción) y S14 (Siniestros), (DIRECCION DE ESTUDIOS, 2011).

## **Muestreo**

Como se presentó en la tabla No. 4, en el cual se encuentra la participación de cada compañía en el SOAT, las tres más representativas son: QBE Seguros Colonial S.A. con un 26, 47%, Latina Seguros y Reaseguros S.A. con un 22.45% y Panamericana, hoy denominada Liberty Seguros S.A. con un 12, 86%. Las tres compañías conforman el 61.79% del SOAT.

Por lo que se para la muestra utilizada se toma en cuenta solo estas tres empresas de seguros.

## **Consolidación por tipo de vehículo**

Al ser 45 tipos de vehículos, se procedió a reagrupar cada tipo en grupos manteniendo el criterios de que cada uno corresponde a un tipo, teniendo como resultado 12 tipos de vehículos que son (motos; todo terreno; automóviles; oficial especial; carga o mixtos; transporte de pasajeros particulares; vehículos especiales; transporte de pasajeros particular turismo interprovincial; camiones y tractocamiones particulares de carga semipesada; busetas, buses, omnibuses, y trolebuses particulares de servicio urbano y escolar urbano; vehículos públicos: taxis, turismo y vehículos de alquiler; y, camionetas públicas); ver Anexo B.

Luego de esta reagrupación, se procedió a depurar la base, primero con la eliminación de ceros y N/A<sup>15</sup> qué se la realizó utilizando fórmulas del Excel como las lógicas como el SI, Y, O y los aleatorios para poder poner a cada número en su correspondiente tipo.

Así mismo se evaluó la base depurando todos los números que se encontraban en archivo de texto.

## **Formulación de base de las bases según las variables de estudio**

- **Frecuencias**

Para la formulación de la base de frecuencias, se tomó en cuenta la fecha inicial que es el 01/01/2009, y la fecha final que es el 31/12/2012, y se cuenta el número de siniestros por día y por

---

<sup>15</sup> N/A: Representa un dato en la base que no existe.

tipo de cada cobertura; y así tener el número de siniestros por día y por los 12 tipos en los que se reagrupó los vehículos.

- **Severidades**

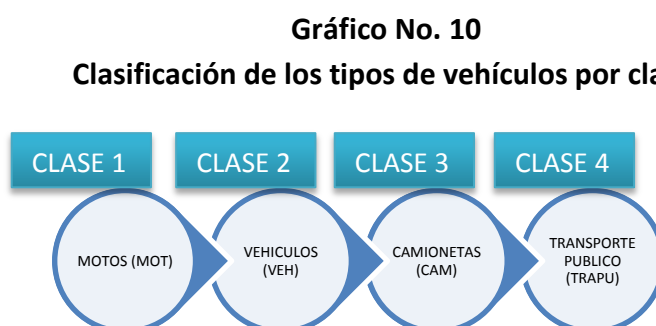
Para obtener los montos reclamados es decir las severidades, se los abstrae de la estructura S14 (siniestros) directamente, y se los dividió por cada una de las clases que se procedió a reagrupar.

## Modelización por cobertura

### Archivos de texto

Después de haber reagrupado los 45 tipos de vehículos se procede a reagrupar nuevamente estos 12 tipos, en 4 grupos denominados clases, cuyo criterio es: las motos se mantienen como tales (**clase 1**) ya que al tener una siniestralidad mayor se las puede unir con otros tipos de vehículos. Los todoterreno y camionetas particulares (tipo 2) y las camionetas públicas (tipo 12) son la (**clase 2**).

Los automóviles particulares (tipo 3), los oficial especial (tipo 4) y vehículos especiales (tipo 7) son la (**clase 3**) y finalmente los vehículos carga o mixtos (tipo 5), transporte de pasajeros particulares (tipo 6), transporte de pasajeros particulares turismo (tipo 8), camiones y tractocamiones particulares de carga (tipo 9), buses y busetas, vehículos públicos: taxis, turismo (10) y vehículos públicos: taxis, turismo y vehículos de alquileres (tipo 11) pasan a ser la (**clase 4**).



**Fuente:** Reglamento para la Aplicación de la **Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial**.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En el gráfico No. 10 se encuentra la clasificación de los tipos de vehículo en 4 clases. La primera es motos (MOT), la segunda es camiones (CAM), la tercera el vehículos (VEH) y la cuarta es transporte público (TRAPU).

Al realizar la nueva reagrupación en cuatro clases, se los guardó en archivos de texto independientes por cada cobertura tanto para las frecuencias como para las severidades.

Luego de tener estos archivos independientes, se procedió a realizar las fórmulas para correr el modelo. Se carga las coberturas (en archivo de texto), en el programa R; es importante recalcar que

primero se escribe las fórmulas en el bloc de notas que cumple con la función de guardar estos códigos para luego en el R ir cargándolos de uno en uno.

Cada cobertura tiene cuatro tipos de vehículos. Después de haber cargado cada cobertura se procede a calcular el promedio y la varianza empírica para cada variable de cada cobertura; con la respectiva distribución binomial negativa para la variable frecuencia.

Así mismo con respecto a las severidades se procede a realizar el cálculo de los parámetros pero en este caso aplicando la distribución log-normal.

## Parámetros obtenidos

### Cobertura de Fallecimiento

Para la cobertura de fallecimiento se obtuvieron los siguientes parámetros:

- **Distribución de frecuencia de fallecimientos**

Como se mencionó en el capítulo tres la varianza empírica es mayor que la media utilizando la distribución binomial negativa.

**Tabla No. 20**  
**Parámetros por clase de vehículos con distribución**  
**binomial negativa**

	PARAMETROS	MOTOS	CAMIONES	VEHICULOS	TRANSPORTE PUBLICO
<b>Distribución</b>	$\alpha$	0,3152212	0,25956695	0,06254617	0,31826476
<b>Binomial</b>	$\rho$	0,04712309	0,05405033	0,02496442	0,09701952

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 20 existen dos parámetros derivados del cálculo con la distribución binomial negativa para las cuatro clases de vehículos.

### Cobertura por incapacidad

Como se mencionó antes, este monto no es fijo como lo es la cobertura de muerte, dado la incapacidad que el accidente causare, la parte aleatoria depende tanto de la frecuencia de siniestros como de la cuantía o severidad.

Por ello, para ésta distribución se ajusta dos distribuciones de probabilidad una para las frecuencias y otra distribución para los montos o severidades.

- **Distribución de frecuencias de incapacidad**

Porque la varianza empírica de los datos observados para esta cobertura presentaron un valor superior que la media, el modelo de la distribución utilizado es la distribución Binomial Negativa, por lo que los valores de los parámetros son:

**Tabla No. 21**  
**Parámetros por clase de vehículos con distribución**  
**binomial negativa**

	PARAMETROS	MOTOS	CAMIONES	VEHICULOS	TRANSPORTE PUBLICO
<b>Distribución</b>	$\alpha$	0,7727881	0,5203474	0,3988297	0,681262
<b>Binomial</b>	$\rho$	0,6833336	0,6696366	0,5260960	0,851032

**Fuente:** Libro de Producción de la Estructura (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 21 existen dos parámetros derivados del cálculo con la distribución binomial negativa para las cuatro clases de vehículos.

- **Distribución de severidad de incapacidad**

El modelo utilizado en este caso es la distribución log-normal truncada, que se define por dos parámetros cuyos valores fueron calculados por máxima verosimilitud y clasificados cada tipo de vehículos en las cuatro clases presentadas en las tablas adjuntas:

**Tabla No. 22**  
**Parámetros por clase de vehículos con distribución**  
**logarítmica normal**

	PARAMETROS	MOTOS	CAMIONES	VEHICULOS	TRANSPORTE PUBLICO
<b>Distribución</b>	$\mu$	7,492122	7,651195	7,999203	7,447729
<b>Binomial</b>	$\sigma$	1,126843	1,182845	1,23631000	1,118717

**Fuente:** Libro de Producción la Estructura S14 (2012), Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En la tabla No. 22 los parámetros de la variable severidad para cada una de las clases de la cobertura incapacidad.

### **Cobertura de transporte**

En la cobertura de transporte, el monto aleatorio es pagadero a cada víctima que a causa de un accidente necesita ser transportada a un centro de atención médica.

- **Distribución de frecuencia de transporte**

Como la varianza empírica es superior a la media de los datos que fueron observados, el modelo de distribución que se utilizó es la distribución binomial negativa.

**Tabla No. 23**  
**Parámetros por clase de vehículos con distribución binomial negativa**

	PARAMETROS	MOTOS	CAMIONES	VEHICULOS	TRANSPORTE PUBLICO
<b>Distribución</b>	$\alpha$	1,36492189	0,912054	0,78011351	0,797622267
<b>Binomial</b>	$p$	13,31467615	9,1993615	9,7074823	10,26817745

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 23 existen dos parámetros derivados del cálculo con la distribución binomial negativa para cada una de las clases de la cobertura transporte.

- **Distribución de severidad de transporte**

La distribución de severidad está en función de los datos observados de los montos reclamados, considerando los datos de las observaciones contenidos en la base depurada que se encuentra en la estructura S14.

El modelo utilizado en este caso es la distribución log-normal truncada, que se define por dos parámetros cuyos valores fueron calculados por máxima verosimilitud para cada una de las clases de la cobertura transporte.

**Tabla No. 24**  
**Parámetros por clase de vehículos con distribución logarítmica normal**

	PARAMETROS	MOTOS	CAMIONES	VEHICULOS	TRANSPORTE PUBLICO
<b>Log</b>	$\mu$	3,406509	3,403818	3,329697	3,460636
<b>Normal</b>	$\sigma$	0,5370085	0,4461289	0,4253079	0,5120123

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 24 existen dos parámetros derivados del cálculo con la distribución log-normal para los cuatro tipos de clases de la cobertura transporte.

## Cobertura de funerales

En la cobertura de funerales el monto aleatorio es pagadero a cada víctima que a causa de un accidente necesita ser transportada a un centro de atención médica.

- **Distribución de frecuencia de funerales**

Como la varianza empírica es superior a la media de los datos que fueron observados, el modelo de distribución que se utilizó es la distribución binomial negativa.

Visto lo anterior los parámetros de la distribución son:

**Tabla No. 25**  
**Parámetros por clase de vehículos con distribución**  
**binomial negativa**

	PARAMETROS	MOTOS	CAMIONES	VEHICULOS	TRANSPORTE PUBLICO
Distribución	$\alpha$	0,77278807	0,52034743	0,39882972	0,68912616
Binomial	$p$	0,68333358	0,66963659	0,52609597	0,85910319

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 25 existen dos parámetros derivados del cálculo con la distribución binomial negativa para cada una de las cuatro clases de la cobertura de gastos funerarios.

- **Distribución de severidad de funerales**

El modelo utilizado en este caso es la distribución log-normal truncada, que se define por dos parámetros cuyos valores fueron:

**Tabla No. 26**  
**Parámetros por clase de vehículos con distribución**  
**logarítmica normal**

	PARAMETROS	MOTOS	CAMIONES	VEHICULOS	TRANSPORTE PUBLICO
Log	$\mu$	7,770272	6,72434	8,402797	35,80458
Normal	$\sigma$	1,215209	1,267578	2,0470920	5,269538

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 26 existen dos parámetros derivados del cálculo con la distribución log-normal para cada una de las cuatro clases de la cobertura de gastos funerarios.

## Cobertura de gastos médicos

En la cobertura de gastos médicos, el monto aleatorio es pagadero a cada víctima que a causa de un accidente de tránsito necesite atención médica.

- **Distribución de frecuencia de gastos médicos**

Como la varianza empírica es superior a la media de los datos que fueron observados, por lo que los parámetros son:

**Tabla No. 27**  
**Parámetros por clase de vehículos con distribución binomial negativa**

	PARAMETROS	MOTOS	CAMIONES	VEHICULOS	TRANSPORTE PUBLICO
<b>Distribución</b>	$\alpha$	0,6071684	0,487943	0,44918822	0,46510313
<b>Binomial</b>	$\rho$	2,9521195	1,93773885	2,1299574	3,31805757

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 27 existen dos parámetros derivados del cálculo con la distribución binomial negativa para las cuatro clases pertenecientes a la cobertura de gastos médicos.

- **Distribución de severidades de gastos médicos**

El modelo utilizado en este caso es la distribución log-normal truncada, que se define por dos parámetros cuyos valores fueron calculados por máxima verosimilitud presentados en las tablas adjuntas:

**Tabla No. 28**  
**Parámetros por clase de vehículos con distribución logarítmica normal**

	PARAMETROS	MOTOS	CAMIONES	VEHICULOS	TRANSPORTE PUBLICO
<b>Log</b>	$\mu$	6,14276	5,953248	5,672486	6,192593
<b>Normal</b>	$\sigma$	1,707545	1,700922	1,6583030	1,751401

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 28 existen dos parámetros derivados del cálculo con la distribución log-normal para cada una de las cuatro clases de la cobertura de gastos médicos. Luego de haber obtenido los



parámetros de cada una de las clases de las 5 coberturas se procede a clasificarlas en este caso por tipo en diferentes archivos de textos, para simular el modelo para cada tipo con las cinco coberturas.

## Resultados

Con los parámetros de las variables tanto de frecuencia como de severidad, se obtiene el cálculo de las primas para cada tipo de vehículo con la nueva metodología planteada.

## Inflación

Para poder realizar la proyección de las nuevas tarifas, se toma en cuenta la inflación que proviene del IPC- Salud, (Indicadores de Precios al consumidor, 2009-2012).

A continuación se observa el IPC –Salud para la proyección estimada en la presente disertación:

**Tabla No. 29**  
**Proyección del IPC-Salud e Inflación**

AÑOS	IPC-SALUD	INFLACION SALUD
2013	130,74	4,4%
2014	135,11	3,3%
2015	139,80	3,5%
2016	144,84	3,6%
2017	150,15	3,7%

**Fuente:** Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (2013)

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En la tabla No. 29 representa los datos proyectados con los que se obtuvo un promedio de inflación con el que se obtuvo la prima proyectada. La inflación proyectada para el sector salud fue:

$$\pi_{salud} = 3,8\%$$

## Simulación

EL modelo colectivo de riesgo aplicado se lo corrió con un número de 1500 simulaciones, el número de  $K^{16}$  es de 400 y el número de  $j^{17}$  es de 200, para que los datos obtenidos sean más cercanos a los reales.

<sup>16</sup> K: es el parámetro número uno para calcular las primas

<sup>17</sup> J: es el parámetro número dos para calcular las primas

## Proyección de primas y costos

Del modelo descrito anteriormente se despejaron los siguientes resultados

### Prima pura de riesgo

**Tabla No. 30**  
**Prima pura**

TIPO DE VEHICULO	PRIMA PURA
Motos	\$ 1.465.209,00
Camiones	\$ 1.524.425,00
Vehículos	\$ 1.174.191,00
Transporte Público	\$ 1.480.069,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5.643.894,00</b>

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En la tabla No. 30, se encuentran las primas puras para cada tipo de vehículo que son:

En el caso de las motos es de USD. 1.465.209, para el caso de los camiones es de USD. 1.524.425, para los vehículos es de USD. 1.174.191, y para el caso del transporte público es de USD. 1.480.069.

### Prima neta

**Tabla No. 31**  
**Prima neta**

TIPO DE VEHICULO	PRIMA NETA
Motos	\$ 1.538.470,00
Camiones	\$ 1.600.646,00
Vehículos	\$ 1.232.901,00
Transporte Público	\$ 1.553.330,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5.925.347,00</b>

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

En la tabla No. 31, se encuentran las primas netas para cada tipo de vehículo que son:

En el caso de las motos es de USD. 1.538.470, para el caso de los camiones es de USD. 1.600.646, para los vehículos es de USD. 1.232.901, y para el caso del transporte público es de USD. 1.553.330.

## Prima comercial

**Tabla No. 32**  
**Prima comercial**

TIPO DE VEHICULO	PRIMA COMERCIAL
Motos	\$ 1.820.674,00
Camiones	\$ 1.894.256,00
Vehículos	\$ 1.459.054,00
Transporte Público	\$ 1.835.534,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 7.009.518,00</b>

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No. 32, se encuentran las primas comerciales para cada tipo de vehículo que son: en el caso de las motos es de USD. 1.820.674, para el caso de los camiones es de USD. 1.894.246, para los vehículos es de USD. 1.459.054, y para el caso del transporte público es de USD. 1.835.534.

## Prima Comercial después de Inflación

**Tabla No. 33**  
**Prima comercial**

TIPO DE VEHICULO	PRIMA COMERCIAL después de inflación
Motos	\$ 1.880.756,00
Camiones	\$ 1.956.767,00
Vehículos	\$ 1.507.203,00
Transporte Público	\$ 1.908.795,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 7.253.521,00</b>

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

Según lo descrito por la tabla No. 33, la prima comercial después de inflación para cada tipo de vehículo es: en el caso de las motos es de USD. 1.880.756, para el caso de los camiones es de USD. 1.956.767, para los vehículos es de USD. 1.507.203, y para el caso del transporte público es de USD. 1.908.795.

A la prima comercial obtenida se le suma este porcentaje de la inflación proyectada del IPC.-Salud, que es  $\pi_{salud} = 3,8\%$  esta es la prima comercial que se cobrará al asegurado.

Es importante recalcar que los datos obtenidos están hasta agosto del 2012 por lo que se anualizó este resultado final para poder obtener la variación de la prima neta teórica con respecto a la recaudada anual.

## Variación de la prima neta teórica con la prima neta recaudada

En este estudio, las primas reales ascendieron a USD 1.880.756,00, (Dirección de Auditoría 3, 2012), según las bases enviadas por las aseguradoras en el periodo 2009-2012, en la clase motos, USD 1.956.767,00 en la clase camiones, USD 1.507.203,00 en la clase vehículos y USD 1.190.879,00 en la clase transporte público, las cuales sobrepasaron los resultados proyectados para los siguientes años partiendo del año 2009 en adelante como se puede observar en el siguiente cuadro:

**Tabla No. 34**  
**Variación de la prima neta**

PRIMA	MOTOS	CAMIONES	VEHICULOS	TRANSPORTE
TEORICA	\$ 1.880.756,00	\$ 1.956.767,00	1.507.203,00	\$ 1.908.795,00
RECAUDADA	\$ 867.559,87	4.467.459,17	2.020.968,64	2.288.971,15
<b>Diferencias Porcentuales</b>	117%	-56%	-25%	-17%

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

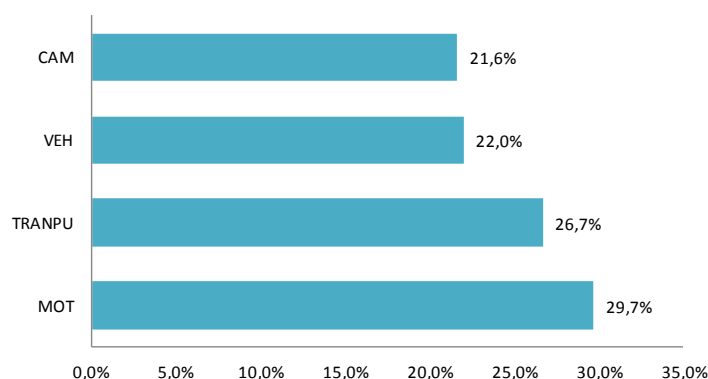
**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la tabla No.34 podemos observar las diferencias porcentuales de las primas teórica y recaudada.

## Efecto de variación de las primas netas según tipo de vehículos

A continuación se presenta el número de siniestros por vehículo, lo que confirma el incremento a la clase motos, y la disminución a las demás clases:

**Gráfico No. 11**  
**Variación de la prima neta**



**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

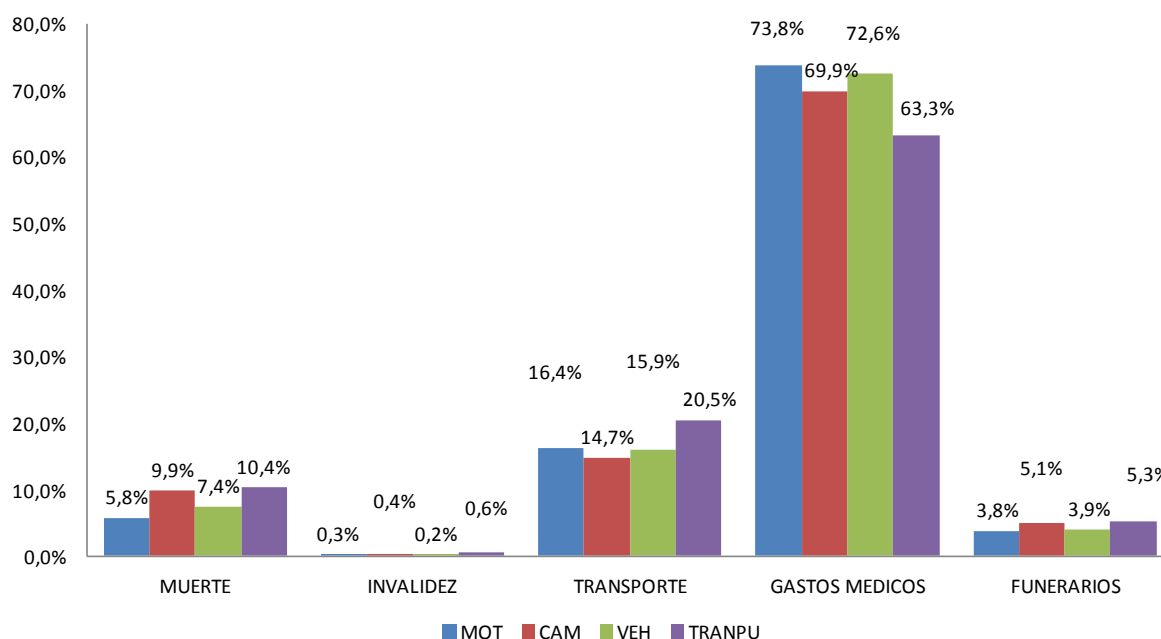
**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

Como se observa en el gráfico No. 11, la clase motos representa el 29,7% del total de vehículos y el transporte público representa el 26,7% por lo que entre los dos suman más del 50% de los vehículos causantes de los accidentes de tránsito.

Además los vehículos con un 22% y los camiones con un 21,6% representan en menos porcentaje la siniestralidad siendo estos los vehículos más números del parque automotor.

Finalmente se conoce que las motos son la clase que más accidentes de tránsito causan mientras que la cobertura que más porcentaje de cobertura tiene es la de gastos médicos como se puede observar en el gráfico No. 10:

**Gráfico No. 12**  
**Número de reclamos por clase y cobertura**



**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En el gráfico No. 12 se resume el número de reclamos por cobertura y clase de vehículos según el criterio de clasificación planteado.

Con estos antecedentes en la tabla presentada a continuación se establece dos escenarios, dando continuidad a los resultados anteriores, se estima la tarifa del seguro obligatorio de accidentes de tránsito para el año 2014.

El primer escenario representa la tarifa actual la cual es calculada por cobertura, en el segundo escenario como se ha mencionado a lo largo de este capítulo por clase de vehículo, esto implica que se valora de igual manera los vehículos lo que importa en este análisis es el número de accidentes causados por los mismos es decir la siniestralidad.

A continuación se presenta las tarifas dadas en el **escenario 1** que son los actuales y en el **escenario 2** las tarifas nuevas bajo los lineamientos planteados:

**Tabla No. 35**  
**Escenarios de las tarifas**

Tipo de Vehículo	Clase	Cilindraje (cc)	Escenario 1	% de tarifa	Escenario 2
1	Motocicletas	Menos de 100	22,87	26,76	49,63
		100 a 249	28,59	31,31	59,90
		Más de 249	35,12	41,10	76,22
2	Todo terreno y camionetas de 0 a 9 años	Menos de 1500	44,93	-25,16	19,77
		1500 a 2499	53,91	-30,19	23,72
		Más de 2499	62,90	-35,22	27,68
2	Todo terreno y camionetas más de 9 años	Menos de 1500	55,55	-31,11	24,44
		1500 a 2499	64,53	-36,14	28,39
		Más de 2499	72,70	-40,71	31,99
3	Automóviles de 0 a 9 años	Menos de 1500	24,51	-6,13	18,38
		1500 a 2499	31,04	-7,76	23,28
		Más de 2499	36,76	-9,19	27,57
3	Automóviles más de 9 años	Menos de 1500	33,49	-8,37	25,12
		1500 a 2499	39,21	-9,80	29,41
		Más de 2499	44,11	-11,03	33,08
3	Oficial especial	Menos de 1500	57,18	-14,30	42,88
		1500 a 2499	72,70	-18,18	54,52
		Más de 2499	87,40	-21,85	65,55
		<b>CAPACIDAD DE CARGA (TN)</b>			
4	Carga mixta	Menos de 5	49,83	-8,47	41,36
		5 a 14,99	71,07	-12,08	58,99
		Más de 14,99	93,94	-15,97	77,97
		<b>TIPO</b>			
4	Transporte de pasajeros particular	Bus (24 o más pasajeros)	71,03	-12,07	58,95
		Buseta (de 17 a 23 pasajeros)	63,93	-10,87	53,06
		Furgonetas (de 7 a 16 pasajeros)	56,83	-9,66	47,17
3	Vehículos especiales		95,89	-23,97	71,92

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

En la Tabla No. 36, se presenta el resultado final de este estudio con cálculo de las tarifas nuevas comparadas con las tarifas actuales, en el que se plantea aumentar en un 117% las tarifas de las motos, y disminuir en un 56% las tarifas de los camiones, en un 25% las tarifas de los vehículos y 17% las tarifas del transporte público como se observa en el **escenario 2**.

En este capítulo se presentaron el cálculo de las primas por tipo de vehículo, manteniendo las coberturas incrementadas en el año 2012; para ello se aplicó el modelo de riesgo colectivo cuya simulación se lo hice en el programa R.

En esta instancia se aplicó el criterio de siniestralidad para calcular las tarifas, ya se hizo un cálculo diario de siniestro por tipo de vehículo y por cobertura; lo que implica conocer cuántos accidentes de tránsito provocó cada tipo de vehículo.

Luego de aplicar este criterio, disminuiría la siniestralidad y por ello existirían menos víctimas de los accidentes de tránsito, ya que al variar las tarifas se estaría fijando una tarifa óptima para los asegurados de acuerdo a la siniestralidad producida por cada tipo de vehículo; con lo que se cumple con el primer objetivo de la disertación. En gran parte solucionaría el problema de víctimas acaecidas en los accidentes de tránsito.

Por otra parte al variar las tarifas de acuerdo a este estudio, se podría mejorar las coberturas para las víctimas, especialmente para las víctimas de vehículos fantasmas. Otro de los efectos es que se puede disminuir en un 20% los accidentes de tránsito con estas tarifas lo que provocaría una disminución de víctimas y un mejoramiento en la movilidad; cumpliendo con el objetivo tres de este estudio.

## ***Conclusiones***

La muerte causada por los accidentes de tránsito sigue siendo un importante problema de salud pública, y las tasas más altas de mortalidad por 100 000 habitantes corresponden a los países de ingresos bajos y medianos. Los peatones, ciclistas y usuarios de vehículos de motor de dos o tres ruedas («usuarios vulnerables de las vías de tránsito») suman en conjunto alrededor de la mitad de todas las víctimas mortales por accidentes de tránsito en el mundo. Los usuarios vulnerables de las vías de tránsito están particularmente expuestos al riesgo de sufrir accidentes.

En general el seguro es una parte fundamental de la economía porque su origen está dado en la existencia del riesgo, conjuntamente con los siniestros y la necesidad de reparar los daños económicos producidos por estos siniestros. La producción y el consumo se encuentran en un ambiente de riesgo, llamado incertidumbre, donde la ocurrencia de imprevistos así como hechos inciertos trae consecuencias económicas que son previstas por estos seguros.

Cuando los individuos asumen un riesgo llevan consigo la posibilidad de pérdida tanto como de ganancia, es por esta razón que el riesgo crea ambientes económicos; uno de ellos es estableciendo un fondo de reserva el cual en un futuro servirá para pagar las pérdidas cuando estas ocurran. Otra manera es que incentiva el ahorro porque aumenta el costo de la sociedad de ciertos servicios, o en efecto puede privar por completo a estos servicios solo con el hecho de que los individuos conozcan su existencia.

Es importante conocer que dado la limitada solvencia de la mayoría de hogares y alto costo de los accidentes de tránsito hacen que el seguro sea obligatorio para garantizar la compensación efectiva de las víctimas; la clave de que exista este aseguramiento universal es porque se puede redistribuir los costos de los accidentes de tránsito entre todos los individuos que participan en el tránsito y no solo en los que tienen alto nivel de siniestralidad.

Otro aspecto es que la generalidad de los propietarios de vehículos es adversa al riesgo de cargar con los costos que se asocian cuando ocurren los accidentes de tránsito; muchos prefieren contratar un seguro y pagar una prima que sea periódica con un monto limitado a tener que asumir un riesgo.

La siniestralidad se puede determinar conociendo eventos pasados del seguro contratado, es por esto que cuando una empresa de seguros es nueva en el mercado no posee siniestralidad propia lo que se hace para determinar una estimación de esta siniestralidad, se toma la siniestralidad del mercado. (MAPFRE S. , 2011).

La implementación del SOAT, además de beneficiar a las víctimas de accidentes de tránsito, influye positivamente en la estadísticas relacionadas con los accidentes de tránsito en el país, ya que los registros que maneja son los más cercanos a los reales, y como indemniza a todo accidente de tránsito permite un mejor control de todas las víctimas que acaecieron por este tipo de siniestro. En este contexto se analizó la evolución del seguro, este estudio contempló un análisis de la siniestralidad desde el periodo 1999-2007 en el cual no se había implementado el seguro, y desde el año 2008 cuando el seguro fue implementado; cumpliendo con el objetivo dos de la disertación.



Con ello, se pudo observar antes de la implementación del seguro la siniestralidad aumentaba año tras año en 1.20%, mientras que luego de la implementación la siniestralidad disminuyó especialmente en las víctimas muertas como en las traumatizadas en 10,6% 1.4% respectivamente. Lo que concluye que el SOAT en una primera parte si solucionó los problemas de la siniestralidad cumpliendo con la finalidad del gobierno que fue el de proteger a las víctimas de los accidentes de tránsito.

Se logró desarrollar la valoración del sistema asegurador que mantiene la cobertura del SOAT en un horizonte de mediano plazo que abarca desde el año 2009 hasta el año 2012 aplicando técnicas estadísticas y matemáticas con la premisa de que el tamaño de los datos pertenecientes a la base depurada sustentaron el cambio de las tarifas presentadas en este estudio.

Los resultados se obtuvieron considerando un escenario de cálculo que no difiere a aquel que estuvo vigente en el año 2008, las diferencias esenciales se refieren a las variables en contexto como son: inflación, incremento de la demanda, evolución del parque automotor y especialmente la tarifa del SOAT, sin embargo los rubros como son los gastos administrativos, los gastos de adquisición, la contribución al seguro campesino y el margen de contribución se mantuvieron intactos, solo se cambiaron las diferentes formas de cálculo de acuerdo a la normativa vigente.

En la primera parte, cuando se implementó el seguro se evidenció que éste, solucionó los problemas de seguridad vial, disminuyendo el número de víctimas acaecidas en los accidentes de tránsito

La comparabilidad de los datos proporcionados por las empresas de seguros tiene ciertas limitaciones debidas a las diferentes interpretaciones utilizadas por ellas al momento de proporcionar la información que consta en las estructuras mencionadas en esta disertación.

En el caso de mantenerse este número de siniestros o incrementarse, la clase motos debe aumentar su tarifa según lo planteado los resultados de la simulación del modelo, esto debido a su nivel de siniestralidad, naturalmente esto supone que los gastos administrativos deberán continuar en un 5% y los otros rubros también deben mantenerse en los porcentajes actuales.

Las distribuciones aplicadas a esta tarifa son el resultado de un estudio cuantitativo a la base depurada, y además son comprobados aplicando el método de máxima verosimilitud. Cuando se obtuvo los parámetros se pudo observar que cada uno de estos parámetros para los tipos de vehículos son diferentes uno de otros, no pueden ser iguales porque cada cobertura con sus tipo de vehículo representan una distribución probabilística diferente.

Al pasar estos años de la utilización del seguro se observó de acuerdo a los datos obtenidos, que los reclamos son más específicos y los pagos han mejorado, conforme el tiempo de aplicación del seguro ha pasado. Así mismo, la demanda de cobertura también creció con respecto, a los años iniciales del SOAT (2008 y 2009), por lo que el número de certificados impacto principalmente la dinámica que tiene el mercado asegurador.

Luego de aplicar el criterio del cálculo de las tarifas partiendo de la siniestralidad por producida por tipo de vehículo, disminuiría la siniestralidad y por ello existirían menos víctimas de los accidentes de tránsito, ya que al variar las tarifas se estaría fijando una tarifa óptima para los asegurados de acuerdo a la siniestralidad producida por cada tipo de vehículo; con lo que se cumple con uno de los objetivos planteados. En gran parte solucionaría el problema de víctimas acaecidas en los accidentes de tránsito.

Por otra parte al variar las tarifas de acuerdo a este estudio, se podría mejorar las coberturas para las víctimas, especialmente para las víctimas de vehículos fantasmas. Otro de los efectos es que se puede disminuir en un 20% los accidentes de tránsito con estas tarifas lo que provocaría una disminución de víctimas y un mejoramiento en la movilidad.

Finalmente se concluye que una de la principales causas de accidentes de tránsito es la falta de educación vial, esto es que tanto los conductores de los vehículo como los peatones son personas carentes de conocimientos sobre las leyes de tránsito, lo que se puede constatar al momento de transitar en las vías públicas, además el incremento del parque automotor año tras año es otro de los problemas que causan estos accidentes.

## ***Recomendaciones***

Mantener el control de SOAT por medio de una de las entidades del estado como la Superintendencia de Bancos y Seguros, bajo lo establecido en el reglamento, la Ley de Sistema de Seguros Privados y la Constitución de la República.

Incrementar la tarifa de las motos para así mejorar la cobertura de los accidentes producidos por estos automotores, y esto como responsabilidad del estado y del sector privado.

Incentivar a los actores del sistema a mejorar la cultura de los asegurados, misma que debería ser aún más este año, con esto se lograría tener más cobertura por parte de las compañías de seguros y menos por parte del FONSAT.

Es necesario incrementar además las multas a los conductores que manejen en estado de ebriedad e incumplan con la ley de tránsito en general, ya que si las multas fueran mayores disminuiría en un porcentaje los accidentes de tránsito causado especialmente por personas en estado etílico.

No hay una fórmula absoluta que establezca el monto de los perjuicios morales o daños subjetivos, pero la finalidad del SOAT es el de beneficiar a las víctimas de accidentes de tránsito y cuando existe una cobertura mayor y una tarifa que sea acorde al vehículo se mitiga en algo el daño causado a las víctimas, sin embargo no implica que las tarifas actuales estén mal calculadas o bien calculadas, lo que implica es que puede ser una ruta de cálculo para los siguientes años.

Además, el sistema obligatorio de accidentes de tránsito debe cada año incrementar las coberturas, ya que al ser un tema de política pública tiene una línea social por lo que es prioridad en el tema de seguridad vial. El gobierno tiene la responsabilidad de realizar estos incrementos partiendo de la premisa que este seguro tiene como beneficiarios todos los habitantes del país y que en cualquier momento cualquiera de estos puede tener un accidente.

## **Referencias Bibliográficas**

- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (2012). **Mortalidad en América Latina** [http://www.road\\_safety\\_status/report/web\\_version\\_es.pdf](http://www.road_safety_status/report/web_version_es.pdf). Consulta 1 de septiembre de 2013
- BERNULLI, J (1713). **La geometría y el nuevo cálculo**. Basilea: Suiza. <http://revistasuma.es/IMG/pdf/51/089-092.pdf>. Consulta: 01 de septiembre de 2013.
- BOWERS N. GERBER H. y AL. (1997). **Actuarial Mathematics**.USA: The Society of Actuaries. <http://ciencia-actuarial.blogspot.com/2011/11/actuarial-mathematics-bowers.html>. Consulta: 25 de junio de 2013
- BRODHEAD, H (1961). **The history Mathematics**. London: Lehigh Universitor. [http://www.lehigh.edu/library/speccoll/mathematics\\_exhibit\\_1961.pdf](http://www.lehigh.edu/library/speccoll/mathematics_exhibit_1961.pdf). Consulta: 03 de junio de 2013.
- COMISION NACIONAL DE TRANSITO. (2008) **Accidentes de Tránsito en el país**. [www.cnt.gob.ec](http://www.cnt.gob.ec) Consulta 17 de septiembre 2013
- CORPOSOAT (2013). **El Seguro Obligatorio de Accidente de Tránsito en el Ecuador**. [www.soatecuador.info](http://www.soatecuador.info) Consulta: 21 de enero 2013.
- DENUIT M. et al. (2004). **Mathematiques de l'assurance non-vie**. Francia: Economica. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089396590600053X>. Consulta 3 de febrero de 2013
- Dirección de Auditoría 3 (2008) **Estado de resultados, ejercicio económico 2008 de aseguradoras que operan en el ramo SOAT**. Superintendencia de Bancos y Seguros [/www.sbs.gob.ec/](http://www.sbs.gob.ec/). Consulta 10 de enero de 2012.
- DIRECCIÓN NACIONAL DE CONTROL DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL (2007), **Estudio de la siniestralidad en el Ecuador**. [www.soatecuador.com](http://www.soatecuador.com) Consulta 13 de septiembre 2012
- DIRECCION DE ESTUDIOS. (2011).**Manual de Estructuras de Información**.Superintendencia de Bancos y Seguros. [/www.sbs.gob.ec](http://www.sbs.gob.ec). Consulta 13 de febrero de 2013
- ESCUADERO, W. (2005). **Máxima Verosimilitud**. España: Universidad de San Andrés. <http://www.oocities.org/econometriaavanzada/mleslideslong.pdf>. Consulta: 11 de mayo de 2013
- ESPINOZA, M. (2011). **Estudio de la tarifa de primas del seguro obligatorio de accidentes de tránsito en el Ecuador**. Ecuador: Supeintendencia de Bancos y Seguros. [www.sbs.gob.ec](http://www.sbs.gob.ec)Consulta: 13 de Noviembre 2012

- FRANCO, L.; OLMEDO, E y VALDERAS, JM (2008). **Introducción al concepto de valor esperado**. España: Universidad de Sevilla <http://personal.us.es/olmedo/El%20concepto%20de%20Valor%20Esperado.pdf>. Consulta: 01 de agosto de 2013
- GAVIRIA, R. (2011). **Seguro de personas y seguridad social: Seguro Obligatorio de Automóviles**. Colombia: FASECOLDA. <http://www.fasecolda.com/fasecolda/BancoMedios/Documentos%20PDF/el%20seguro%20obligatorio%20de%20accidentes%20de%20transito.pdf>. [Consulta: 3 de mayo de 2013.
- GIEDION Úrsula, UBILIA Gloria, SAINT-PIERRE Enrique y BELTRAN Ricardo (2004) Diseño de un seguro obligatorio de accidentes de tránsito. **PHRplus Socios para la reforma del sector salud**, Perú. [<http://www.phrplus.org/Pubs/exec2s.pdf>]
- GREEN, M. (1974). **Riesgo y Seguro**. Madrid. [http://www.einforma.com/servlet/app/prod/DATOS\\_DE/EMPRESA/ALEXANDER-GREEN-MARK-C\\_WDY3OTE0ODJM\\_de-ALICANTE.html](http://www.einforma.com/servlet/app/prod/DATOS_DE/EMPRESA/ALEXANDER-GREEN-MARK-C_WDY3OTE0ODJM_de-ALICANTE.html). [Consulta: 17 de julio de 2013]
- Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos INEC (2013). **Indicadores de Precios al consumidor**. [http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com\\_content&view=article&id=146&Itemid=339](http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=146&Itemid=339). Consulta 14 de Abril de 2013.
- KLUGMAN, S; PANGER, H Y WILLMOT, G.. (1998). **Loss models: From Data to Decisions**. Madrid : Universidad de Santander. <http://www.einforma.com/servlet.html>. Consulta 3 de enero 2013
- LIPSCHUTZ, S. (2001). **Teoría y problemas de Probabilidad**. McGraw-Hill. Consulta 17 de Abril de 2013.
- MAPFRE, F. (2011). Seguros de No Vida. Madrid, España. [www.mapfreatlas.com.ec/site/mundo-mapfre.php](http://www.mapfreatlas.com.ec/site/mundo-mapfre.php). Consulta: 3 de enero de 2013
- MAPFRE, S. (2011). **Diccionario Mapfre Seguros**. Madrid. [www.mapfreatlas.com.ec/site/mundo-mapfre.php](http://www.mapfreatlas.com.ec/site/mundo-mapfre.php). Consulta 3 de enero de 2013.
- MEYER, J. (2006). **Measuring risk aversion**. Madrid. [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1539-6975.2007.00240\\_2.x/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1539-6975.2007.00240_2.x/abstract). Consulta: 5 de abril de 2013.
- MEYER, P. (1970). **Probability and Statistical Applications**. Massachusetts: Addison-Wesley. <http://www.math.uiuc.edu/People/Knight/Reviews.pdf>. Consulta 19 de agosto de 2013
- MORALES, D. (2010). **Propuesta de mejoramiento al modelo de gestión del Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT), del Ecuador**. <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/2199/1/Modelo%20de%20Gesti%C3%B3n%20del%20SOAT%20en%20el%20Ecuador%20-%20Dennie%20Morales%20Santander.pdf>. Consulta: 20 de agosto de 2013

- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (2010). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad viales hora de pasar a la acción*. [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/report/web\\_version\\_es.pdf](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/report/web_version_es.pdf). Consulta 17 de septiembre de 2013.
- OSSA, G J. Efrén (1988) *Teoría General del Seguro*.<http://www.superfinanciera.gov.co/Normativa/doctrinas1994-8/1998044989.doc>. Consulta 13 de agosto 2013.
- PARZEN, E. (2008). *Modern Probability and its Applications*.New York: Editorial Willey.[www.researchgate.net/.../44542805\\_Modern\\_probabability](http://www.researchgate.net/.../44542805_Modern_probabability). Consulta 2 de enero de 2013
- PRIETO E. (1995) *Aplicaciones de la Distribución Binomial Negativa*. Madrid: Universidad Autónoma.
- REGLAMENTO DE TRANSITO. (2012). *Reglamento para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, tránsito y Seguridad Vial*. Quito. [www.sbs.gob.ec](http://www.sbs.gob.ec). Consulta: 2 de enero de 2013
- Supeintendencia de Bancos y Seguros. (2012). *Clasificación de Riesgos*. Quito.[www.sbs.gob.ec](http://www.sbs.gob.ec). Consulta 10 de enero de 2012.
- Comisión de Tránsito, transporte y seguridad vial. (2009). *Estadísticas de accidentes de tránsito en el Ecuador*. Quito [www.cte.gob.ec/](http://www.cte.gob.ec/). Consulta 19 de julio de 2013
- VAZ, S. (2008). *Póliza de Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito SOAT. Póliza del SOAT* . Ecuador: Superintendencia de Bancos y Seguros.[www.sbs.gob.ec](http://www.sbs.gob.ec). Consulta:23 de marzo de 2013.
- VELEZ, L. (2010). *Estudio Integral del SOAT*.Ecuador: Supeintendencia de Bancos y Seguros.[www.sbs.gob.ec](http://www.sbs.gob.ec) Consulta 4 de mayo de 2013.

# Anexos

## Anexo A Clasificación del parque automotor según su utilización

Vehículos que no presten servicio público de alquiler	Vehículos que prestan servicio público de alquiler
SOAT PRIVADO	SOAT PUBLICO
Motocicletas	Vehículos 5 pasajeros (taxis, turismo y vehículos alquiler)
Todo terreno	Vehículos de 6 a 16 pasajeros (taxis, turismo, escolares y vehículos alquiler)
Automóviles	Carga liviana y mixta (caminionetas hasta 3,5)
Oficial Especial	Turismo interprovincial, intraprovincial y escolar (buses, busetas, omnibuses)
Carga o Mixto (camiones y tractocamiones)	Carga semipesada, pesada y extrapesada (camiones y tractocamiones)
Transporte de pasajeros	Servicio urbano escolar y urbano (trolebús, busetas y buses)

**Fuente:** Reglamento para la Aplicación de la **Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial**. (2012)

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

**Anexo B**  
**Tarifa de primas vigente para vehículos que no prestan**  
**servicio de alquiler**

<b>Vehículo</b>	<b>Cilindraje (cc)</b>	<b>Costo del SOAT</b>
Motocicletas	Menos de 100	19,71
	100 a 249	24,63
	250 o más	30,26
Todo terreno y camionetas de 0 a 9 años	Menos de 1500	38,71
	1500 a 2499	46,45
	2500 o más	54,19
Todo terreno y camionetas de más de 9 años	Menos de 1500	47,86
	1500 a 2499	55,59
	2500 o más	62,64
Automóviles de 0 a 9 años	Menos de 1500	21,11
	1500 a 2499	26,74
	2500 o más	31,67
Automóviles de más 9 años	Menos de 1500	28,85
	1500 a 2499	33,78
	2500 o más	38,00
<b>Capacidad de carga (tn) Prima</b>		
Carga o Mixto	Menos de 5	42,93
	5 a 14,99	61,23
	15 o más	80,93
Transporte de pasajero particular Bus	24 o más pasajeros	61,19
Buseta	17 a 23 pasajeros	55,08
Furgonetas	7 a 16 pasajeros	48,96
Vehículos especiales		82,61

**Fuente:** Reglamento para la Aplicación de la **Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial**. (2012)  
**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.



## Anexo C

### Tarifa de primas vigente para vehículos que prestan servicio de alquiler

Tipo	Modalidad	Cilindraje (cc)	COSTO TOTAL DEL SOAT
Vehículos hasta 5 pasajeros de 0 a 9 años	Taxis, turismo y vehículos de alquiler (rent)	Menos de 1500	32,56
		1500 a 2499	41,13
		Más de 2499	51,41
Vehículos hasta 5 pasajeros de más 9 años	Taxis, turismo y vehículos de alquiler (rent)	Menos de 1500	42,84
		1500 a 2499	51,41
		Más de 2499	59,98
Vehículos de 6 a 16 pasajeros de 0 a 9 años	Taxis, turismo y vehículos de alquiler (rent)	Menos de 2500	48
		2500 o más	64,25
Vehículos de 6 a 16 pasajeros de más 9 años	Taxis, turismo y vehículos de alquiler (rent)	Menos de 2500	58,98
		2500 o más	77,11
Camionetas hasta 3,5 tn <sup>18</sup> . Pn <sup>19</sup> . De más de 9 años	Carga liviana y mixta	Menos de 2500	47,98
		2500 o más	64,04
Camionetas hasta 3,5 tn. Pn. De más de 9 años	Carga liviana y mixta	Menos de 2500	59,98
		2500 o más	77,14
	<b>CAPACIDAD DE PASAJEROS</b>	<b>PRIMA TOTAL</b>	
Busetas, buses y ómnibus	Turismo, interprovincial, intra-provincial y escolar	17 a 31	81,71
		32 o más	111,37
	<b>CAPACIDAD DE CARGA</b>	<b>PRIMA TOTAL</b>	
Camiones, tractocamiones	Carga semi-pesada, pesada y extra-pesada	Menos de 5	80,15
		5 a 14,99	92,89
		Más de 14,99	106,96
Busetas, buses	Servicio urbano escolar y urbano	Prima única	77,14

**Fuente:** Reglamento para la Aplicación de la **Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial**. (2012)

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

<sup>18</sup> Tn: Toneladas

<sup>19</sup> Pn: Es el peso neto de las camionetas medido en toneladas (tn)

**Anexo D**  
**Porcentaje de cobertura según el tipo de incapacidad**

<b>COBERTURA</b>		<b>%</b>
Pérdida de la visión de un ojo sin ablación		25%
Pérdida Total de un ojo		30%
Reducción de la mitad de la visión unocular o binocular		20%
Pérdida del sentido de ambos oídos		50%
Pérdida del sentido de un oído		15%
Pérdida del movimiento del pulgar:	Total	10%
	Parcial	5%
Pérdida completa del movimiento de la rodilla	En flexión	25%
	En extensión	15%
Pérdida completa del movimiento del empeine		15%
Pérdida completa de un pierna		50%
Amputación parcial de un pie		8%
Amputación del dedo gordo del pie		3%
Pérdida del movimiento del dedo gordo del pie		3%
Acortamiento de por lo menos 5cm de un miembro inferior		20%
Acortamiento de por lo menos 3cm de un miembro inferior		10%
	<b>DERECHO</b>	<b>IZQUIERDO</b>
Pérdida completa del brazo o de la mano	60%	50%
	50%	25%
Pérdida completa del movimiento del hombro	30%	20%
Pérdida completa del movimiento del codo	25%	20%
Pérdida completa del movimiento de la muñeca	25%	15%
Amputación total del pulgar	20%	8%
Amputación total del índice	20%	10%
Amputación parcial del índice		
2 falanges	10%	8%
Falange ungueal	5%	1%
Pérdida completa del pulgar e índice	30%	25%
Pérdida completa de 3 dedos, comprendidos el pulgar e índice	33%	27%
Pérdida completa del índice y de un dedo que no sea pulgar	20%	16%
Pérdida completa de un dedo que no sea ni el índice ni el pulgar	8%	6%
Pérdida completa de 4 dedos	35%	30%
Pérdida completa de 4 dedos incluido el pulgar	45%	40%

**Fuente:** VAZ Seguros Compañía de Seguros y Reaseguros (2008). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata.

## Anexo E

### Proyección de la Inflación del Sector Salud

Fecha	IPC- Salud	Inflacion anual	Fecha	IPC-Salud	Inflacion anual
ene-09	110,89	1,55%	jul-13	131,35	0,22%
feb-09	111,37	0,43%	ago-13	131,38	0,03%
mar-09	111,57	0,18%	sep-13	131,54	0,12%
abr-09	111,75	0,16%	oct-13	131,69	0,12%
may-09	112,30	0,49%	nov-13	131,83	0,10%
jun-09	112,55	0,22%	dic-13	132,06	0,18%
jul-09	112,27	-0,25%	ene-14	132,77	0,54%
ago-09	112,11	-0,14%	feb-14	133,61	0,63%
sep-09	112,55	0,39%	mar-14	134,26	0,49%
oct-09	112,61	0,05%	abr-14	134,48	0,16%
nov-09	113,09	0,42%	may-14	134,97	0,36%
dic-09	113,24	0,13%	jun-14	135,22	0,19%
ene-10	114,52	1,13%	jul-14	135,59	0,27%
feb-10	115,05	0,46%	ago-14	135,73	0,11%
mar-10	115,48	0,37%	sep-14	135,92	0,14%
abr-10	116,02	0,47%	oct-14	136,07	0,11%
may-10	115,99	-0,03%	nov-14	136,23	0,12%
jun-10	116,29	0,26%	dic-14	136,47	0,18%
jul-10	116,43	0,12%	ene-15	137,30	0,61%
ago-10	116,92	0,42%	feb-15	138,25	0,69%
sep-10	117,37	0,39%	mar-15	138,93	0,49%
oct-10	117,32	-0,04%	abr-15	139,19	0,19%
nov-10	117,37	0,04%	may-15	139,64	0,32%
dic-10	117,61	0,21%	jun-15	139,87	0,17%
ene-11	118,13	0,44%	jul-15	140,26	0,28%
feb-11	118,21	0,07%	ago-15	140,41	0,10%
mar-11	119,17	0,81%	sep-15	140,70	0,21%
abr-11	119,59	0,35%	oct-15	140,80	0,07%
may-11	119,93	0,28%	nov-15	141,00	0,14%
jun-11	120,34	0,34%	dic-15	141,21	0,15%
jul-11	120,32	-0,02%	ene-16	142,14	0,66%
ago-11	120,26	-0,05%	feb-16	143,13	0,70%
sep-11	120,27	0,01%	mar-16	143,90	0,54%
oct-11	120,86	0,49%	abr-16	144,23	0,23%
nov-11	121,45	0,49%	may-16	144,70	0,32%
dic-11	121,99	0,45%	jun-16	144,99	0,20%
ene-12	122,05	0,05%	jul-16	145,33	0,24%
feb-12	123,88	1,50%	ago-16	145,48	0,11%
mar-12	124,56	0,55%	sep-16	145,81	0,22%
abr-12	124,65	0,07%	oct-16	145,88	0,05%
may-12	124,89	0,19%	nov-16	146,13	0,17%
jun-12	124,91	0,01%	dic-16	146,41	0,19%
jul-12	125,83	0,74%	ene-17	147,42	0,69%
ago-12	126,39	0,44%	feb-17	148,44	0,69%
sep-12	126,80	0,33%	mar-17	149,17	0,49%
oct-12	126,81	0,00%	abr-17	149,50	0,22%
nov-12	127,06	0,20%	may-17	149,95	0,30%
dic-12	127,22	0,13%	jun-17	150,26	0,21%
ene-13	127,90	0,53%	jul-17	150,56	0,20%
feb-13	129,28	1,08%	ago-17	150,75	0,13%
mar-13	129,94	0,51%	sep-17	151,09	0,23%
abr-13	130,13	0,15%	oct-17	151,25	0,11%
may-13	130,68	0,42%	nov-17	151,57	0,21%
jun-13	131,06	0,29%	dic-17	151,88	0,20%

**Fuente:** Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos INEC (2013).

**Elaboración:** Alexandra Cadena Zapata

## Anexo F

### Agrupación de los tipos de vehículos en 12 clases

Cód	Vehículo	Cilindraje (cc)	REAGRUPACION
1	Motocicletas	Menos de 100	1
2		100 a 249	
3		250 o más	
4	Todo terreno y camionetas de 0 a 9 años	Menos de 1500	2
5		1500 a 2499	
6		2500 o más	
7	Todo terreno y camionetas de más de 9 años	Menos de 1500	2
8		1500 a 2499	
9		2500 o más	
10	Automóviles de 0 a 9 años	Menos de 1500	3
11		1500 a 2499	
12		2500 o más	
13	Automóviles de más 9 años	Menos de 1500	3
14		1500 a 2499	
15		2500 o más	
16	Oficial Especial particulares	menos de 1500 cc	4
17	Oficial Especial particulares	1500 a 2499	
18	Oficial Especial particulares	2500 en adelante	
19	Carga o Mixto	Menos de 5	5
20		5 a 14,99	
21		15 o más	
22	Transporte de pasajero particular Bus	24 o más pasajeros	6
23	Transporte de pasajero particular Bus	17 a 23 pasajeros	
24	Transporte de pasajero particular Bus	7 a 16 pasajeros	
25	Vehículos Especiales particulares		7
26	Transporte de pasajero particular Turismo interprovincial, intraprovincial escolar (intra/interprovincial )	17 a 31 pasajeros o más	8
27	Transporte de pasajero particular Turismo interprovincial, intraprovincial escolar (intra/interprovincial )	32 pasajeros o más	
28	Camiones y Tractocaminones particulares de carga semipesada y extrapesada	menos de 5 toneladas	9
29	Camiones y Tractocaminones particulares de carga semipesada y extrapesada de menos de 5Tn	5 a 14,99 toneladas	
30	Camiones y Tractocaminones particulares de carga semipesada y extrapesada de menos de 5Tn	15 o más toneladas	
31	Buseta, Buses, omnibuses y Trolebuses particulares de servicio urbano y escolar urbano, prima única		10
32	Vehículos públicos: taxis, turismo y vehículos de alquiler de 0 a 9 años	1500	
33		1500 a 2499	
34		2500 o más	
35	Vehículos públicos: taxis, turismo y vehículos de alquiler de 9 años	1500	
36		1500 a 2499	
37		2500 o más	
38	Vehículos públicos: taxis, turismo escolares y vehículos de alquiler de menos de 2500 cc de 9 años	1500	11
39	Vehículos públicos: taxis, turismo escolares y vehículos de alquiler de más de 2500 cc de 9 años	2500	
40	Vehículos públicos: taxis, turismo escolares y vehículos de alquiler de menos de 2500 cc de más 9 años	2500	
41	Vehículos públicos: taxis, turismo escolares y vehículos de alquiler de menos de 2500 cc de más 9 años	2500	12
42	Camionetas públicas hasta 3,5 Tn Pn de carga liviana y mixta de menos de 9 años	2500	
43	Camionetas públicas hasta 3,5 Tn Pn de carga liviana y mixta de más de 9 años	2500	
44	Camionetas públicas hasta 3,5 Tn Pn de carga liviana y mixta de menos de más 9 años	2500	
45	Camionetas públicas hasta 3,5 Tn Pn de carga liviana y mixta de más de más 9 años	2500	

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena.

**Anexo G**  
**Número de reclamos por tipo de vehículo**

<b>AÑOS</b>	<b>MOT</b>	<b>CAM</b>	<b>VEH</b>	<b>TRANPU</b>
<b>2009</b>	80712	229946	235227	175441
<b>2010</b>	9698	60948	66313	19968
<b>2011</b>	8948	45523	47058	26367
<b>2012</b>	58624	146445	124678	65840
<b>TOTAL</b>	<b>157982</b>	<b>482862</b>	<b>473276</b>	<b>287616</b>

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena.

**Anexo H**  
**Montos reclamados por tipo de vehículo**

<b>AÑOS</b>	<b>MOTOS</b>	<b>CAMIONES</b>	<b>VEHICULOS</b>	<b>TRAS. PUBLICO</b>
<b>2009</b>	431.213,86	4.673.156,43	2.322.415,89	1.400.742,92
<b>2010</b>	92.087,70	1.116.565,61	614.810,18	823.631,21
<b>2011</b>	162.031,26	1.699.056,35	814.196,20	692.977,57
<b>2012</b>	1.301.339,81	6.701.188,76	3.031.452,96	3.433.456,72
<b>TOTAL</b>	<b>1.986.672,63</b>	<b>14.189.967,15</b>	<b>6.782.875,23</b>	<b>6.350.808,42</b>

**Fuente:** Libro de Producción (2012). Superintendencia de Bancos y Seguros.

**Elaboración:** Alexandra Cadena.

## Anexo I

### Codificación utilizada en la aplicación del modelo colectivo de riesgo

#### 1. Cálculo de los parámetros de frecuencia

- Se carga la base que se encuentra en archivo de texto

```
xfreqfun<-read.table("C:/Users/Jacinto Cadena/Desktop/ARCHIVOS EN TEXTO/FUN.txt",  
header=TRUE,sep="\t",colClasses=c("character","numeric","numeric","numeric","numeric"))  
xfreqfun.
```

- Se coloca los nombres para cada tipo de vehículos y cobertura.

```
NNOMBRE=xfreqfun$TIPO DE VEHICULO
```

- Se calcula la media y la varianza

```
mean(NOMBRE)
```

```
var(NOMBRE)
```

- Se abre la librería de códigos para descargar el código que calcula la distribución binomial negativa.

```
library(MASS)
```

```
fitdistr(NOMBRE,"negative binomial")
```

- Luego se coloca un nombre a los parámetros obtenidos con la distribución binomial negativa.

```
parametrosNNOMBRE= fitdistr(NOMBRE,"negative binomial")$estimate  
parametrosNNOMBRE
```

- Se conoce el primer parámetro

```
muNNOMBRE=parametrosNNOMBRE[2]  
muNNOMBRE
```

- Se conoce el segundo parámetro

```
sizeNNOMBRE=parametrosNNOMBRE[1]  
sizeNNOMBBRE
```

- Se calcula la esperanza de la variable y se aplica el método de máxima verosimilitud

```

EsperanzaN2=muN2
aN2 = muN2/sizeN2
pN2 = aN2/(1+aN2)
uN2=1-pN2
varianzaN2=muN2/uN2
mean(N2)
EsperanzaN2
var(N2)
varianzaN2

```

## 2. Cálculo de los parámetros de severidad

- Carga la base de la cobertura

```

cob2m_clase2<-read.table("C:/Users/Jacinto Cadena/Desktop/TXT/COBERTURA.txt",
header=TRUE,sep="\t")$TIPO DE VEHICULO

```

- Quita los N/A (valores no encontrados)

```

scob2m_tipoNA=na.omit(scob2m_tipo)

```

- Convierte en vector

```

scob2m_tipoNAV=as.vector(scob2m_tipoNA)

```

- Quita los ceros y valores negativos

```

scob2m_tipoNAV0=scob2m_tipoNAV[scob2m_tipoNAV>0]

```

- Abre la librería

```

library(stats4)

```

- Descarga la función vectorial para la distribución logarítmica normal

```

ll<-function(v1,v2){

```

- Pone nombre a la cobertura

```

mu=Valor monetario

```

- Nombra al tipo de vehículo

```

scob2mt_tipo=scob2m_tipoNAV0[scob2m_tipoNAV0<mu]

```

- Calcula los parámetros con la distribución logarítmica normal y se aplica el método de máxima verosimilitud.

```

dlnorm(scob2mt_tipo,v1,v2)/plnorm(mu,v1,v2)
}
h<-function(v){
mu=5000
scob2mt_tipo=scob2m_tipoNAV0[scob2m_tipoNAV0<mu]
-sum(log(ll(v[1],v[2])))
}

```

- Optimiza los parámetros con la base de datos

```
optim(p=c(0.8,0.9),h)
```

- Calcula los parámetros para la distribución binomial negativa

```

parx1_cobertura_tipo=optim(p=c(0.8,0.9),h)$par[1]
parx2_cobertura_tipo=optim(p=c(0.8,0.9),h)$par[2]
t_inc_tipo=5000
parx1_cobertura_clase2
parx2_cobertura_clase2

```

### 3. Aplicación del Modelo

- Calibración del modelo

```

lognormal truncada
rlnormt=function(n,t,m,v){
ze=rlnorm(2*n,m,v)
z=ze[ze<t]
while(length(z)<n){
ze=rlnorm(2*n,m,v)
z=c(z,ze[ze<t])
}
return(z[1:n])
}

```

- Montos actuales de las coberturas

```

t_mue=5000
t_inc=5000
t_med=3000
t_fun=400
t_trans=200

```

- Número de simulaciones



**nsimul=1500**

- Parámetros de la matriz

```
Sanuales <- matrix(0, nr = 400, nc = 365)
for(j in 1:365) {
  for(k in 1:200){
```

- Cálculo de la  $S$  para la cobertura de muerte

```
NsNOMBRE=rbinom(nsimul,sizeNNOMBRE,mu=muNNOMBRE)
Z1 =sample(c("azul"),sum(Ns1+1),replace=TRUE,prob=c(1))
X1 = (Z1=="azul")*t_mue
S1=rep(0,nsimul)
s1=0
for(i in (1:nsimul)[Ns1>0]){
  S1[i]=sum(X1[(s1+1):(s1+Ns1[i])])
  s1=s1+Ns1[i]
}
```

- Cálculo de la  $S$  para las demás coberturas

```
NsNOMBRE=rbinom(nsimul,sizeNNOMBRE,mu=muNNOMBRE)
Z2
=sample(c("rojo","azul"),sum(Ns2)+1,replace=TRUE,prob=c(length(scob2m_TIPONAV0[scob2m_TIPONAV0<t_inc])/length(scob2m_TIPONAV0),1-length(scob2m_TIPONAV0[scob2m_TIPONAV0<t_COBERTURA])/length(scob2m_TIPONAV0)))
X2 = (Z2=="azul")*t_inc +
(Z2=="rojo")*rlnormt(sum(Ns2)+1,t_inc,parx1_COBERTURA_TIPO,parx2_COBERTURA_TIPO)
S2=rep(0,nsimul)
s2=0
for(i in (1:nsimul)[NsNOMBRE>0]){
  S2[i]=sum(X2[(s2+1):(s2+NsNOMBRE[i])])
  s2=s2+Ns2[i]
}
```

- Vector de costos agregados

```
Stot=S1+S2+S3+S4+S5
Sanuales[k,j]=mean(Stot)
}
}
Sagregado=apply(Sanuales,1,sum)
```

- Cálculo de la prima pura

**PP=mean(Sagregado)**

**PP=**

- Cálculo de la prima neta

**PN=PP\*(1+0.05)**

**PN=**

- Cálculo de la prima comercial

**PC=PN/(1-0.05-0.05-0.005-0.05)**

**PC=**

- Cálculo de la prima después de inflación proyectada hasta 2014

**inflacion= 0.033**

**PC\_i=PC\*(1+inflacion)**

**PC\_i=**